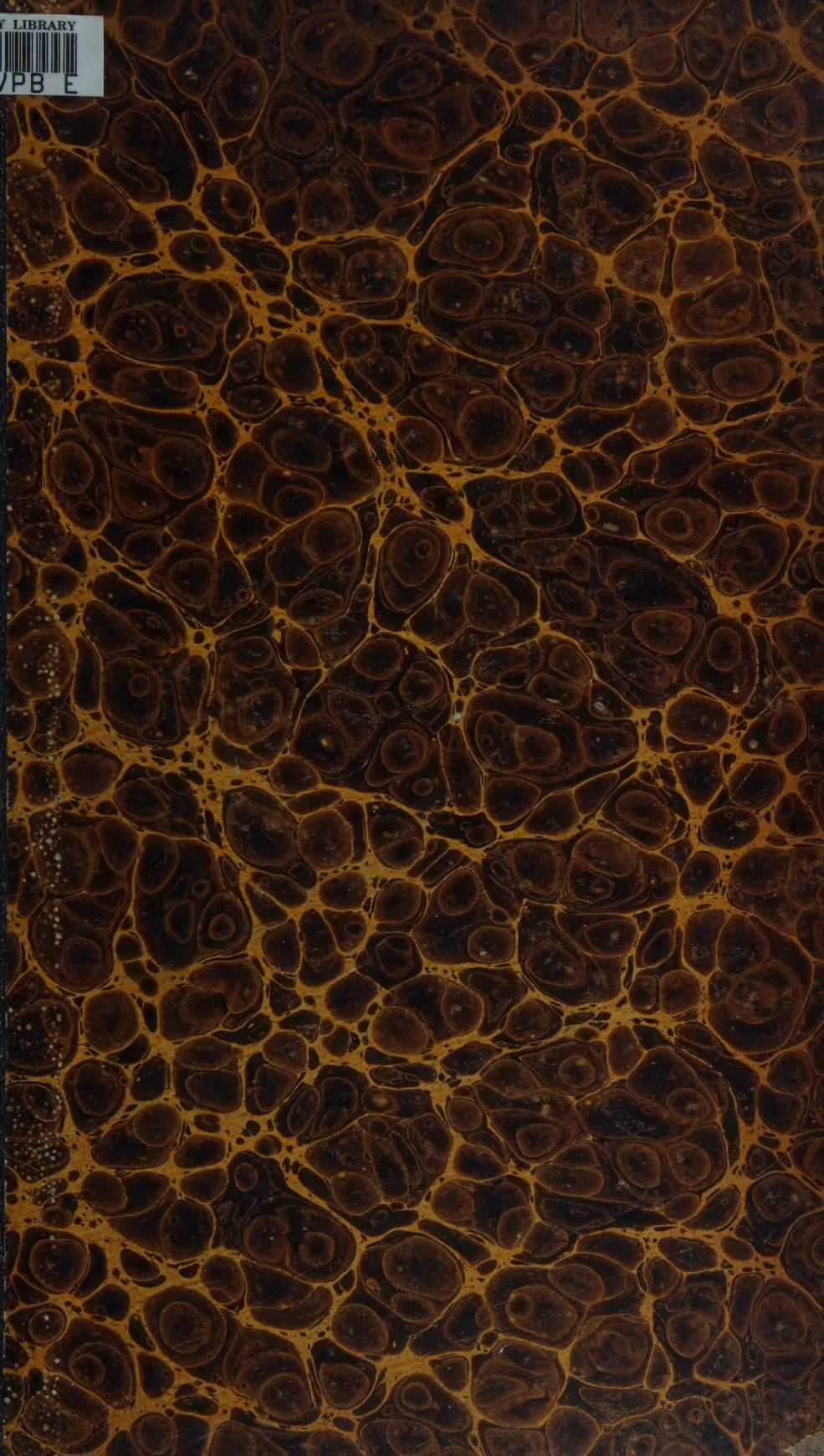


COUNTWAY LIBRARY



HC 4VPB E



S. J. 87.

Dr. Bennett F. Devanport,
161 TREMONT ST.
BOSTON, - - MASS.

Mik. 50

Die

MIKROSKOPIE

der

technisch verwendeten Faserstoffe.

Ein Lehr- und Handbuch

der mikroskopischen

Untersuchung der Faserstoffe, Gewebe und Papiere.

Bearbeitet von

Dr. Franz Ritter von Höhnelt

k. k. Professor an der Technischen Hochschule in Wien.

Mit 69 in den Text gedruckten Holzschnitten.

Wien. Pest. Leipzig.

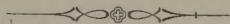
A. Hartleben's Verlag.

1887

DIE MIKROSKOPIE

der

technisch verwendeten Faserstoffe.



See p 98 & 98.

See Examination of Textile Fibres & Fabrics

Structure

Gen. Soc. Chem. Indus. Incl 1890 p 291 -

Gen. Qualities of Paper by Hargreaves — Do p 297

Fascim — Zeitschrift Naturwiss. mittel. Kulturgesch. & Hygiene
By Hargreaves & Jäger Nov. 1892 p 449

Papiere by Höhnel — Do 1892 p 55 & 75

Zeitschrift Naturwiss. mittel. Kulturgesch. & Hygiene

1898 p 519-21 -

1898 1899

Die
MIKROSKOPIE
der
technisch verwendeten Faserstoffe.

Ein Lehr- und Handbuch

der mikroskopischen

Untersuchung der Faserstoffe, Gewebe und Papiere.

Bearbeitet von

Dr. Franz Ritter von Höhnel,

k. k. Professor an der technischen Hochschule in Wien.

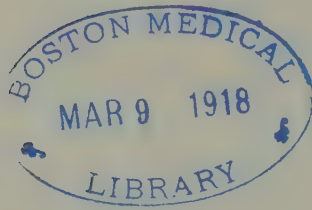
*Die "Mikro" ist eine neue Methode der Mikroskopie. Polier, Reinigung, Herstellung von
den k. k. Technischen Gewerbe-Museen, Sect. f. chem. Gewerbe, April 1887.*

Mit 69 in den Text gedruckten Holzschnitten.



Wien. Pest. Leipzig.
A. Hartleben's Verlag.
1887.

14463



Vorwort.

Auf keinem Gebiete der Technologie und technischen Chemie spielt die Mikroskopie eine so hervorragende Rolle, wie auf dem der Fasern. Machtlos ist der Chemiker und Technologe gegenüber den heutigen Anforderungen bezüglich der Erkennung, Unterscheidung und dem Nachweise von Fasern in Geweben, wenn er nicht das Mikroskop zu Hilfe nimmt. In Fragen, welche sich auf den sicheren Nachweis von Fasern beziehen, hat immer der Mikroskopiker das letzte Wort zu sprechen. War dies schon vor einigen Decennien der Fall, als Schacht sein noch jetzt mustergiltiges Werk: »Die Prüfung der im Handel vorkommenden Gewebe«, 1853, schrieb, so gilt dies in noch viel höherem Grade jetzt, wo nicht nur der technologische Begriff der »Faser« sehr erweitert ist, sondern auch, wo eine Menge neuer und wichtiger Faserrohstoffe aufgetaucht sind, die in den verschiedensten Verwendungen vorkommen und stets neue Aufgaben zu lösen geben. Denn durch das Auftreten einer einzigen neuen Faser kann das ganze vorhandene Unterscheidungssystem unbrauchbar gemacht werden, und neue Untersuchungen müssen die entstandenen Lücken ausfüllen.

Auffallender Weise ist aber trotz der unbestrittenen Wichtigkeit einer zusammenfassenden Mikroskopie der Fasern eine solche bisher nicht versucht worden, und kann das vorliegende Werk als der erste derartige Versuch bezeichnet werden. Die wenigen Schriften, die etwa in Betracht kämen, beziehen sich nur auf einzelne Partien des hieher gehörigen Stoffes. Dass unter solchen Umständen das Werk keine einfache Zusammenstellung sein konnte, ist selbstverständlich; die vielfach in der Literatur vorhandenen Lücken mussten durch selbstständige Untersuchungen ausgefüllt werden, und namentlich auch bei der Herstellung von Bestimmungstabellen, die nach dem vorhandenen Stande der Disciplin bisher leider nur für die vegetabilischen Fasern möglich war, musste ganz selbstständig vorgegangen werden, da etwas Aehnliches, von meinen eigenen vorläufigen kurzen Publicationen abgesehen, bisher nicht existirte, wenn man von factisch unbrauchbaren Versuchen absieht. Namentlich sei hervorgehoben, dass der ganze Abschnitt über die Thierhaare und Wollen, ferner der über die Seiden auf ganz selbstständigen, zum Theile neuen Untersuchungen basirt, wie der Fachmann sofort bemerken wird. Dementsprechend sind auch die zahlreichen Holzschnitte, welche absichtlich möglichst wenig schattirt und in nicht zu geringem Vergrößerungs-Massstabe gegeben sind, fast lauter Originalien, die fast

sämmtlich von mir selbst (acht von V. Berthold) mit Hilfe einer vortrefflichen Abbe'schen Camera lucida nach der Natur gezeichnet wurden.

Bei schwierigeren und zugleich wichtigen Fragen, wie z. B. den sich auf die Unterscheidung von Schafwolle und Shoddy, Hanf und Flachs u. dgl. beziehenden, habe ich es nicht versäumt, mit entsprechender Detaillirung vorzugehen, da in diesen Fällen nur die Gesamtsumme aller Thatsachen ein richtiges Urtheil erlaubt, und gerade diese Fragen es sind, deren Lösung am häufigsten beansprucht wird. Jeder, der technisch-mikroskopische Fragen zu lösen versucht hat, weiss, dass der bekannte Blick ins Mikroskop, der Alles lehrt, nicht existirt, denn mit der Leichtigkeit, Nachweise zu führen, wächst auch die Findigkeit der Verfälscher, thürmen sich auch die Aufgaben der Disciplin. In der Masse von einfachen Beobachtungsdaten, welche in der Literatur, die trotz der Jugend des Gegenstandes, ich möchte fast sagen leider schon sehr ausgedehnt ist, aufgespeichert sind, steckt nur ein ganz kleiner Kern von wichtigeren Angaben und so sehr verunkennlicht, dass es naheliegend war für mich, möglichst selbstständig vorzugehen, um nicht in dem unklaren Wust von Beschreibungen den rothen Faden der wichtigen Differenzcharaktere zu verlieren. Nur so war es mir möglich, klarer als es wohl bisher geschehen ist, die wirklich unterscheidenden Dinge von jenen zahlreichen anderen zu trennen, die man zwar sehr leicht sieht, die aber von untergeordnetem Werthe sind.

Ich hoffe, dass es mir auf diese Weise gelungen ist, einen entschiedenen Schritt nach Vorwärts zur Klärung von vielen Fragen und Antworten der technischen Mikroskopie zu machen. Welche Ansichten und welche Ziele mich hierbei leiteten, geht schon aufs klarste aus früheren Mittheilungen von mir hervor, welche zeigten, dass ich die technische Mikroskopie weniger als eine breit und behaglich beschreibende Wissenschaft, als vielmehr als eine sich enge an die analytische Chemie anschliessende, und diese nach einer gewissen Richtung hin ergänzende Disciplin auffasse. Der technische Mikroskopiker, oder der in einem technisch-mikroskopischen Laboratorium arbeitende Chemiker befindet sich bei seiner mikroskopischen Beschäftigung eigentlich im technisch-analytischen Laboratorium. Nur diese Auffassung ist die richtige, und jene Mikroskopiker haben der Sache nicht genützt, welche ihr nicht huldigten. Möge es mir gelingen, durch das vorliegende Werk die Wichtigkeit und die Bedeutung der technischen Mikroskopie noch mehr zur allgemeinen Erkenntniss zu bringen und namentlich zur Würdigung in den massgebenden Kreisen, denn offenbar ist namentlich an den technischen Lehranstalten dem Gegenstande ein noch viel zu geringer Wirkungskreis eingeräumt.

Indem ich auch in dieser Beziehung Hoffnungen an das Erscheinen des vorliegenden Werkes knüpfe, empfehle ich letzteres bestens einer geneigten Beurtheilung der Fachmänner.

Inhalts-Verzeichniss.

Vorwort	Seite V
Inhalts-Verzeichniss	VII
Einleitung	1

I. Pflanzenfasern.

1. Morphologie der Fasern	8
2. Mikrochemie	11
3. Mikrophysik	13
4. Grössenverhältnisse der Faserelemente	17
5. Methodisches	20
6. Mikroskopie der wichtigeren technisch verwendeten Fasern	24
A) Haarbildungen	24
1. Baumwolle	24
2. Pflanzendunen	28
3. Pflanzenseiden	30
4. Einheimische Wollhaare	32
B) Dicotyle Bastfasern und Baste	34
5. Leinenfaser	34
6. Hanffaser	36
7. Nesselfaser	40
8. Chinagras (Ramié)	41
9. Sunnfaser	42
10. Jute	43
11. Gambohanf	44
12. Abelmuschus- und Urenafaser	44
13. Hopfenfaser	45
14. Papiermaulbeerbaumfaser	46
15. Ginsterfaser	47
16. Daphnefaser	48
17. Lindenbast	48
C) Monocotyle Fasern	49
18. Neuseeländischer Flachs	49
19. Manilahanf	50
20. Pitafaser	51
21. Aloëhanf	51
22. Sanseveriafaser	52
23. Coirfaser	52
24. Ananasfaser	53
25. Yuccafaser	54
26. Alfafaser	54
27. Pandanusfaser	55
28. Tillandsiafaser	55
29. Palmenfasern	56
Anhang	57
1. Cosmos-Faser	57
2. Analytische Tabellen	58

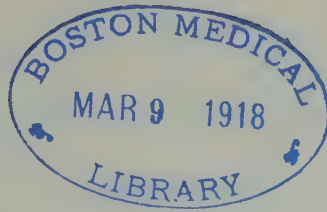
	Seite
A) Bestimmungs-Tabelle jener Pflanzenfasern, welche botanisch als Haarbildungen bezeichnet werden	58
B) Tabelle zur Bestimmung von Pflanzenfasern	62
C) Analytische Uebersicht der wichtigsten pflanzlichen Textilfasern	67
3. Mikroskopische Untersuchung des Papieres	72
1. Untersuchung der Faser	72
2. Untersuchung des Papierfarbstoffes	83
3. Prüfung der Füllmasse des Papieres	84
4. Die Leimung des Papieres	84
5. Papiere mit Zellenstructur	85
4. <u>Literatur</u> der Mikroskopie der Pflanzenfasern	86

II. Thierwollen und Haare.

1. Allgemeines	87
2. Bau der Haare und Wollen im Allgemeinen	88
3. Untersuchungs-Methoden und Mikrochemie	91
4. Specielle Betrachtung der wichtigeren Thierhaare und Wollen	93
1. Schafwolle	94
Merinowollen 94. — Leicester und New-Leicester 96. — Gemeine ungarische Landwolle 97. — Gemeine wallachische Landwolle 98. — Ungarische Zackelwolle 100. — Banater Zigarra 102. — Deutsche Landwolle 102. — Zigayawolle aus Odessa 102. — Gemeine böhmische Landwolle 102.	
Anhang: Untersuchung von Geweben und Gespinnsten 105. — Mikroskopische Untersuchung der Shoddy 107.	
2. Ziegenhaare	116
3. Angora-Ziegenhaar	118
4. Thibetwolle	119
5. Die Kalbhaare und Kuhhaare	120
6. Das echte Kameelhaar	121
7. Wollen von Kameelziegen	122
8. Rehhaare	126
9. Schweinsborsten	126
10. Rosshaare	128
11. Die sogenannten Fischbeinhaare	128
12. Das Haar vom Menschen	129
13. Hasenhaare	129
14. Kaninchenhaare	130
15. Biberhaare	131
16. Bisamhaare	131
17. Die Haare der Hauskatze	133
18. Diverse andere Pelzhaare	134

III. Seide.

1. Einleitendes	137
2. Bau und Mikroskopie im Allgemeinen	138
3. Mikroskopische Unterscheidung der Seidenarten	151
Anhang	157
1. Muschelseide	157
2. <u>Literatur</u> der Mikroskopie der Thierhaare und Seiden	158
Namen- und Sachregister	160



Einleitung.

Die grosse Aehnlichkeit, welche die Fasern, die in der Industrie angewendet werden, mit einander haben, namentlich in chemischer Beziehung, in Verbindung mit der grossen Mannigfaltigkeit derselben und dem Umstande, dass viele von ihnen bei manchen Processen, z. B. bei der Papierfabrikation oder Bleichung, sehr verändert werden, hat schon vor einigen Jahrzehnten die Anwendung des Mikroskopes zum Studium und zur Unterscheidung derselben veranlasst. Abgesehen von vereinzelt hierher gehörigen Arbeiten, welche von Chevallier¹⁾ und diesen verwerthend später von Hassal²⁾ und Klencke³⁾ zusammengetragen wurden, war Hermann Schacht der Erste, welcher in seinem vortrefflichen, mit guten Abbildungen gezierten Werkchen: »Die Prüfung der im Handel vorkommenden Gewebe durch das Mikroskop und chemische Reagentien. Mit 8 Tafeln. Berlin 1853«, in gründlicher Weise die mikroskopischen Eigenschaften der wichtigeren Textil- und Papierfasern erörterte. Unter den späteren Mikroskopikern, welche sich mit den Eigenschaften der Fasern befassten, war es vornehmlich J. Wiesner, der die zahlreichen, seit der ersten Londoner Weltausstellung bekannt gewordenen ausländischen Fasern, von welchen manche, wie die Jute, das Chinagras, die Alpacca, die Tussah, Yamamay u. a. eine mehr oder weniger grosse Wichtigkeit erlangt haben, untersuchte, ihre mikroskopischen Kennzeichen feststellte, und seine Resultate schliesslich in dem Abschnitte: »Fasern« p. 291 seines Werkes: »Die Rohstoffe des Pflanzenreiches, Leipzig 1873«, zusammenstellte. Unter den späteren Forschern ist namentlich M. Vétillart mit seinen gründlichen »Études sur les fibres végétales textiles« (Avec neuf planches coloriées, Paris 1876) zu erwähnen, dessen Beschreibungen mustergiltig sind. Höchst belehrend und kritisch sind die »Drei gerichtlichen mikroskopischen Expertisen betreffend Textilfasern« (Zürich 1881) von Carl Cramer, welche sich zwar nur auf einige wichtige Fragen erstrecken, aber desto erschöpfender vorgehen. Die ersten factisch brauchbaren Bestimmungstabellen von Textilfasern wurden von dem Verfasser dieses und V. Berthold ausgearbeitet (siehe die

¹⁾ Dictionnaire des alterations et Falsifications etc. Paris 1854.

²⁾ Food and its adulterations etc. London 1855.

³⁾ Die Verfälschungen der Nahrungsmittel, Manufacte etc. 1858.

Literaturangaben unten) und hiermit ein vorläufiger Abschluss erzielt. Fast alle Arbeiten auf dem Gebiete der Textilfasern sind insofern einseitig geblieben, als bei denselben die thierischen Fasern, und zwar namentlich die Thierwollen und -Haare unberücksichtigt geblieben sind. Eine grössere zusammenfassende Arbeit der thierischen Textilfasern fehlte bisher in der That, und hat die vorliegende auch den Zweck, diese literarische Lücke auszufüllen.

Nach diesem kurzen Ueberblick über die wichtigeren Leistungen auf dem Gebiete der Mikroskopie der technischen Faserstoffe sei zunächst darauf hingewiesen, dass die Zahl der Objecte, auf welche sich der Gegenstand des vorliegenden Werkes erstrecken könnte, eine so grosse ist, dass namentlich mit Rücksicht auf die Branchbarkeit und den Umfang desselben eine entschiedene Einschränkung vonnöthen war. Nach der höchst vollständigen Zusammenstellung von M. Bernardin in der *Nomenclature usuelle des fibres textiles*, Gand 1872, beträgt die Zahl der vom Menschengeschlechte angewendeten Pflanzenfasern mehr als 550, wahrscheinlich bei 700. Rechnet man hierzu noch einige Mineralfasern (Asbest und Verwandte), sowie die als Stopfmateriellen, Gespinnstfasern, Bürstenmaterialien und in Pelzform vorkommenden Thierhaare und die Seiden, so ergibt sich eine Anzahl von gegen 1000 einzelnen Objecten, die noch dadurch vergrössert wird, dass derselbe Rohstoff in verschiedener Form vorkommen kann und manche wichtige, wie die Schafwolle, wohl gegen 50 verschiedene Formen aufweisen. Es ist klar, dass die mikroskopische Charakteristik aller dieser Formen nicht nur mit grossen, zum Theile unüberwindlichen Schwierigkeiten, sondern auch mit anderen Unzukömmlichkeiten verknüpft wäre. Die Lösung so zahlreicher Fragen, wie sie durch die vergleichende Untersuchung so vieler Gegenstände aufgeworfen werden, würde nicht nur in zum Theile nicht gerechtfertigtem Masse Anforderungen an das Leistungsvermögen der Instrumente und die Geduld und Ausdauer des Arbeiters stellen, sondern auch, was viel wichtiger ist, die Aufmerksamkeit von dort ablenken, wo sie am nöthigsten wäre, nämlich von den Cardinalfragen. In der That sind die meisten exotischen Fasern ganz unwichtige und local verwendete, die der Mikroskopiker nicht jenen übrigen allgemein verwendeten als gleichwerthig gegenüberstellen darf, wenn er nicht entweder von vorneherein auf jede klare, ich möchte sagen, analytisch durchsichtige Darstellung des Ganzen verzichten will, oder nicht, ohne es zu wollen, hie und da Unklarheiten erzeugen will, die das ganze System, die Summe aller Beschreibungen unbrauchbar machen müssen. Denn wo es sich um bestimmte Entscheidungen handelt, müssen klare Unterschiede vorhanden sein; dies ist aber, wie die Naturgeschichte ganz allgemein anerkennt, nur bei einer beschränkten Anzahl von Vergleichsobjecten der Fall. Sobald wir weiter gehen und so den Kreis der Objecte vergrössern, thürmen sich die Schwierigkeiten und Unklarheiten im quadratischen Verhältnisse. Bei keiner praktischen Wissenschaft ist sichere Klarheit nöthiger als bei der technischen Mikroskopie, schon deshalb, weil nichts schwan-

kender in der Natur ist, als die Form, und diese vorzüglich es ist, auf welche der Mikroskopiker seine Schlüsse baut. Hier dürfen es nicht äusserliche, wenn auch auffallende Unterschiede sein, die als Leiter dienen können auf dem Wege der Unterscheidung und des Vergleiches, denn meist sind es, wenigstens bei den schwierigeren Fragen, gerade die unscheinbarsten Merkmale, welche durch ihre durchgreifende Constanz einen unschätzbaren Werth erlangen und als Hauptkennzeichen dienen.

Dies sind die Gründe, warum sich die nachfolgende specielle Darstellung nur mit einer beschränkten, sorgfältig nach der Grösse des Interesses, welches sie in praktischer Beziehung bieten, ausgewählten Zahl von Fasern beschäftigt, welche Zahl übrigens durchaus keine gar zu kleine ist, indem ich im Ganzen bei 100 Fasernarten in meiner Detaildarstellung berücksichtigte, von mancherlei Varietäten abgesehen.

Wenn wir die Reihe der technisch verwendeten Fasern überblicken, so zeigt sich zunächst, dass alle drei Naturreiche in derselben vertreten sind. Von den mineralischen ist es aber eigentlich nur der Asbest, der eine gewisse Bedeutung beansprucht. Ich habe ihn aus naheliegenden Gründen nicht aufgenommen, nachdem zu seinem Nachweise das Mikroskop wohl nur in Ausnahmefällen herangezogen werden dürfte. Hingegen sind die thierischen und pflanzlichen Fasern von gleichmässiger Wichtigkeit.

Naturgemäss gliedert sich der ganze Stoff in drei Abschnitte: Pflanzenfasern, Thierhaare und Wollen, und Seiden.

Da jede dieser drei Gruppen von Fasern ein ziemlich abgeschlossenes Ganzes bildet, nicht nur, was die Morphologie, sondern auch, was die Mikrochemie anlangt, so habe ich es vorgezogen, die nöthigen untersuchungsmethodischen Angaben in den entsprechenden allgemeinen Theilen der drei Abschnitte zu machen, weshalb ich hier auf diesen Gegenstand nicht einzugehen brauche.

Hingegen möchte ich an dieser Stelle einiges über die zum Studium der Fasern nöthigen Instrumente und Reagentien sagen.

Unbedingt nothwendig ist ein zusammengesetztes Mikroskop; je vollständiger dieses eingerichtet ist, desto besser natürlich. Genügend ist jedoch ein Instrument mit 1 Mikrometerocular und 2 Objectivsystemen, von welchen das eine eine etwa 40—50fache, das andere eine 350—400fache Vergrösserung des ganzen Instrumentes giebt. Ein zweites Ocular, etwas stärker als das Mikrometerocular, aber ohne Mikrometer ist vortheilhaft, aber nicht unbedingt nöthig. Man hat dann die Wahl zwischen vier verschiedenen Vergrösserungen, etwa 50, 90, 360 und 600. Das Mikrometerocular dient nicht nur zum einfachen Beobachten der Fasern, sondern auch zum Messen derselben. Zu dem Ende befindet sich etwa in der Mitte desselben (zwischen Ocular- und Collectivlinse) ein Glasplättchen, in welchem ein kleiner Massstab eingeritzt ist. Manchmal ist derselbe durch Photographiren erzeugt. Meist ist es ein Centimeter in 100 Theile, oder ein halber Centimeter in 50 Theile getheilt. Betrachtet man eine

Faser von bestimmter Dicke mehrmals hintereinander bei Anwendung desselben Ocularmikrometers aber mit verschiedenen Systemen, so bemerkt man, dass die Theilstriche des Ocularmikrometers stets gleich gross bleiben, während die Faser um so breiter erscheint, je stärker das Objectivsystem ist. Daraus geht hervor, dass der Messwerth eines Theilstriches des Ocularmikrometers ein verschiedener ist, je nachdem, was man für ein System anwendet. Bei Gebrauch eines starken Systems ist der Werth eines Theilstriches kleiner, als bei Anwendung eines schwächeren Systems. Die Röhre, an welcher das Objectiv unten anschraubbar ist, und in welche oben das Ocular hineingelassen werden kann, heisst bekanntlich der Tubus des Mikroskopes. Dieser Tubus besteht nun sehr häufig aus zwei ineinander schiebbaren Theilen, so dass er bis zu einem gewissen Grade verlängert werden kann; er kann eingezogen und ausgezogen werden. Man überzeugt sich nun leicht, dass eine bestimmte Combination von Ocular und Objectiv bei eingezogenem Tubus schwächer als bei ausgezogenem Tubus vergrössert. Daraus geht hervor, dass der Werth eines Theilstriches des Ocularmikrometers für jede benützte Tubuslänge und für jedes System gesondert bestimmt werden muss. Diese Bestimmung geschieht in höchst einfacher Weise dadurch, dass man als Object einen sehr fein getheilten Glasmassstab betrachtet, und nun untersucht, in welchem Verhältnisse die Theilstriche des Objectmassstabes (Objectivmikrometers) zu denen des Ocularmikrometers stehen.

Wenn zum Beispiele bei einer bestimmten Combination a Theilstriche des Ocularmikrometers auf b des Objectivmassstabes fallen, so ist der gefundene Werth eines Theilstriches des Ocularmikrometers $\frac{b}{a}$.

Doch ist zu erwähnen, dass, da die Vergrösserung des Mikroskops am Rande des Gesichtsfeldes (d. h. jener kreisförmigen Fläche, welche man sieht, wenn man das Auge der Ocularlinse genug nahe bringt) stets stärker als in der Mitte ist, auch naturgemäss der Werth eines Theilstriches eines Massstabes im Oculare gegen die Peripherie des Gesichtsfeldes hin abnimmt. Man muss daher bei Messungen stets nach Massgabe der vorhandenen Möglichkeit das Object in die Mitte des Gesichtsfeldes zu bringen suchen.

Durch Drehen des Mikrometeroculares kann man den Massstab leicht in jene Stellung bringen, in welcher man messen will, also z. B. senkrecht auf die Längsaxe einer Faser stellen etc. Nachdem man den Objectivmikrometer eigentlich nur zur Bestimmung, eventuell Rectification des Ocularmikrometers braucht, derselbe ferner ziemlich kostspielig ist, so erscheint es ökonomisch, ihn durch einige Kunstgriffe entbehrlich zu machen. Dies kann auf mehrfache Weise geschehen. Nimmt man aus dem Mikrometeroculare den Glasmassstab heraus und überzieht ihn nun mit einer dünnen Lage von Collodium oder Gelatine und lässt nun gut eintrocknen, so drückt sich der (eingeritzte) Massstab derart genau ab, dass man den sogenannten Collodium- oder Gelatine-Massstab ganz gut als Objectivmikrometer be-

nützen kann. Man schliesst ihn zu dem Ende zwischen einem Objectträger und einem Deckglase wie ein gewöhnliches mikroskopisches Trocken-Präparat in Luft ein. Eine andere Methode besteht darin, dass man sich zunächst die Dicke eines gewöhnlichen nicht zu dünnen Drahtes in der Weise bestimmt, dass man auf einem Stiele etwa 50 bis 100 dicht aneinanderschliessende Windungen erzeugt und alle zusammen mit einem gewöhnlichen Millimetermassstabe misst. Man erhält auf diese Weise bei Anwendung der nöthigen Sorgfalt die Dicke des Drahtes bis auf mehr als 0.01 Millimeter genau. Misst man nun denselben Draht mit dem Ocularmikrometer, so kann man leicht den Werth eines Theilstriches dieses bestimmen.

Da das mikrometrische Messen sehr wichtig ist, so ist es nöthig, sich vorher die Werthe des Ocularmikrometers für alle möglichen oder angewendeten Combinationen von Ocularen, Objectiven und Tubuslängen, welche das gebrauchte Instrument erlaubt, ein für alle Male genau zu bestimmen.

Die Einheit bei mikroskopischen Messungen ist der Millimeter (mm), oder der Mikromillimeter (mmm oder μ), auch Mikron genannt. 1 mm oder 1 μ ist gleich ein Tausendstel eines Millimeters.

Von Hilfsapparaten verwendet der Untersucher von Fasern namentlich auch den Polarisations-Apparat. Es besteht derselbe aus zwei Theilen (Nichols' oder Hartnack'sche oder Abbe'sche Prismen). Das Prisma, welches unter dem auf dem Tische des Mikroskopes liegenden Objecte angebracht wird, heisst Polarisator. Es lässt (wie auch der Analysator) nur geradlinig polarisirtes Licht vom Spiegel aus in das Object treten. Das zweite Prisma (der Analysator) kommt über das Object zu stehen und hat die Aufgabe, das Licht zu analysiren, welches durch das Object hindurchgetreten ist. Es kann unmittelbar über dem Objectivsysteme oder an verschiedenen Stellen im Tubus oder Oculare befestigt werden; am zweckmässigsten jedoch wird es nach dem Vorgange von Abbe-Zeiss einfach auf das Ocular gestellt, so dass man es leicht anbringen und wegnehmen kann. Den Polarisations-Apparat wendet man am vortheilhaftesten nur bei ganz schwachen Vergrösserungen an.

Andere Instrumente, welche zur Untersuchung von Fasern nöthig sind, wären noch etwa folgende: eine Lupe, Mikroskopirnadeln und Scalpelle, ein Rasirmesser zum Erzeugen von Querschnitten, Pincetten und Scheeren.

An sonstigen Utensilien sind zu erwähnen: dünnere und dickere Deckgläser, Objectträger (am zweckmässigsten Glasplatten von 2 bis 3 mm Dicke, 28 mm Länge und 48 mm Breite, Dimensionen, welche dem sogenannten deutschen oder Giessener Formate entsprechen), Korke zum Erzeugen von Querschnitten etc.

An Reagentien seien hier erwähnt (was das Detail anlangt, so ist auf die einzelnen Abschnitte hinzuweisen): Jodtinctur, Jodwasser, Chlorzinkjod, Salzsäure, Chromsäure (in verschiedener Concentration); concentrirte und verdünnte Schwefelsäure, Glycerinschwefelsäure,

Ammoniak, Glycerin, Salpetersäure, Essigsäure, Actzkali oder Actznatron; Kupferoxydammoniak; absoluter und verdünnter Alkohol, Aether, Olivenöl; Millon'sches Reagens, Zuckerlösung, schwefelsaures Kupferoxyd, Fuchsinlösung, Picrinsäure, Anilinblau, salzsaures Anilin, Phloroglucin, Phenol, Indol, Carminlösung (in Ammoniak); Nitroprussidnatrium; concentrirte Chlorzinklösung; destillirtes Wasser. — Bei jenen Reagentien, bei welchen die genaue Bereitungsweise und Prüfung von besonderer Wichtigkeit ist, ist das Nöthige in den methodischen und mikrochemischen Abschnitten der allgemeinen Theile der drei nachfolgenden Abtheilungen des Werkes angegeben.

I. Pflanzenfasern.

Unter Pflanzenfasern versteht man heute so viele und verschiedenartige Producte, dass ihre eingehende Darstellung, was den mikroskopischen Bau anlangt, zugleich eine Art Pflanzenanatomie sein würde. Vieles, was der Laie nicht als Faser bezeichnen oder erkennen würde, wird von der Technologie im weiteren Sinne des Wortes zu den Fasern gerechnet. Während ursprünglich nur die eigentlichen Textilfasern als »Fasern« galten, zählt man gegenwärtig zu ihnen noch die Papierfasern, Bürsten- und Besenmaterialien, Stopfmaterialien, einen Theil der Flecht- und Sparterierrohstoffe, sowie die Baste.

Textilfasern sind z. B. Flachs, Hanf, Jute, Baumwolle, Pflanzenseide, Chinagras, Nesselfaser, feine Aloë- und Sanseveriafaser, neuseeländischer Flachs u. v. a.

Papierfasern (sämmtlich pflanzlicher Natur) sind Lein, Hanf, Baumwolle, Strohfasern, Esparto, Holzstoff, Holzcellulose, Bambusröhrfaser, Papiermaulbeerbaumbast, Hopfenfaser u. a.).

Stopf- oder Polstermaterialien sind die Pflanzendunen (Kapok, *édredon végétal*), *crin végétal* oder vegetabilisches Rosshaar, Fiber, *crin d'Afrique*, Seegras, Holzwolle (Wollin), Pappelwolle u. a.

Bürstenmaterialien liefern die Coirfaser, Pitefaser, Kitool oder Siam, Piassave, Reisswurzeln, Reisbesen, Esparto etc.

Seilmaterialien sind Hanf, neuseeländischer Flachs, Jute, Flachs, Piassave, Coir, Manilahanf, Pitahanf (= Pite), Kitool u. a.

Baste zu technischem Gebrauche sind der Ulmenbast, Lindenbast (häufig Weidenbast genannt), Cubabast u. a.

Flecht- und Sparterierrohstoffe sind z. B. viele weiche Hölzer, spanisches Rohr, Bambus, Stroh, diverse Rinden, Esparto, Piafaser (von Tacca) u. a.

Entsprechend der Mannigfaltigkeit der Verwendung stellen die Pflanzenfasern anatomisch sehr verschiedenartige Dinge dar:

1. Einzellige Pflanzenhaare sind die Baumwolle, Pflanzenseiden, Pflanzendunen, Pappelwolle.

2. Mehrzellige Haare sind die Pulufaser, Typhafaser, Wollgrasfaser.

3. Bastfasern sind Flachsfaser, Hanf, Jute, Chinagras.

4. Dicotyle Baste, die nebst Bastfasern immer noch andere Gewebselemente führen, sind z. B. der Lindenbast, Cubabast u. a. des Handels.

5. Monocotyle Gefässbündel sind der Sisalhanf, Aloëhanf, die Sanseveriafaser, Coirfaser u. a.

6. Monocotyle Sklerenchymfaserbündel (seltener mit daran haftenden Gefässen) sind der Manilahanf, der neuseeländische Flachs.

7. Gruppen von Gefässbündeln stellen dar die Kitoofaser, Piassave, das *crin végétal* von Tillandsia.

8. Blattabschnitte bilden das *crin d'Afrique*.

9. Holzstoff wird durch mechanische Zerlegung (Schleifen) von meist weichen Hölzern gewonnen. Enthält also alle Gewebselemente des Holzes (von Tannen, Fichten, Föhren, Aspen, Weiden etc.).

10. Holzcellulose und Strohstoff werden ganz oder zum Theile durch chemische Zerlegung von Holz oder Stroh erhalten; sie führen daher alle Elemente des Holzes, respective Strohes.

11. Ganze Blätter stellt das Espartostroh dar.

12. Ganze Pflanzen das echte und unechte Seegras u. s. w.

13. Wurzeln sind die sogenannte Grénille und die sogenannte Reisswurzelfaser.

Es kann natürlich nicht die Aufgabe des Nachfolgenden sein, alle diese verschiedenartigen anatomischen Gebilde bezüglich ihrer mikroskopischen Eigenthümlichkeiten genau zu beschreiben. Viele, namentlich die gröberen, sind ja schon mit freiem Auge leicht zu kennen, und ich werde mich hauptsächlich auf eine genaue Behandlung jener Fasern beschränken, zu deren Studium und Erkennung das Mikroskop unumgänglich nöthig ist.

Es wird sich daher die nachfolgende allgemeine Darstellung vornehmlich nur auf diejenigen Fasern erstrecken, welche bei technisch-mikroskopischen Untersuchungen in erster Linie oder doch vorzugsweise in Betracht kommen.

1. Morphologie der Fasern.

Die Pflanzenfasern sind entweder Haare oder Bastfaserbündel, oder endlich mehrere Arten von anatomischen Elementen enthaltende Gebilde. Im letzteren Falle sind es entweder mehr oder minder grosse Abschnitte von Gefässbündeln, und zwar entweder aus dem Basttheile oder aus dem Holztheile, oder aber es sind ganze (oft unvollständige) Gefässbündel, oder Gruppen von solchen. Einzelne gröbere Fasern sind endlich ganze, schmale Blattabschnitte, oder ganze Blätter, Wurzeln oder Pflanzen.

Wesentlich ist, dass in allen jenen Fällen, wo wir es nicht mit Haaren zu thun haben, das festigende Hauptelement die Bast- oder Sklerenchymfaser ist. Diese ertheilt der Faser ihre Festigkeit und Zähigkeit.

Es sind daher die Pflanzenfasern entweder Haarbildungen oder Bast- (Sklerenchym-) Fasern führende Gebilde.

Eine Ausnahme bildet das echte Seegras (von *Zostera marina*), welches die ganze (oberirdische) Pflanze im getrockneten Zustande darstellt und wo Bastfasern nicht in Betracht kommen. Wir wollen uns mit dieser Faser, welche letzteren Namen nur schlechthin führt, nicht weiter beschäftigen und im Folgenden die Morphologie der Haarbildungen und der Faserelemente erörtern.

Alle Haarfasern lassen (von Verzweigungen abgesehen) nur eine verschieden gestaltete Spitze erkennen; an der Basis, mit welcher sie an der Pflanze festsassen, erscheinen sie immer abgebrochen. Sie erscheinen aussen immer mit einem dünnen, structurlosen oder fein gekörneltten oder gestrichelten Häutchen, der sogenannten Cuticula, bedeckt, welche chemisch (s. unten) leicht nachzuweisen ist. Sie bleibt ungelöst zurück, wenn man das Haar mit concentrirter Schwefelsäure behandelt.

Die Haarfaser kann entweder einzellig sein, wie z. B. die Baumwolle, die Pflanzenseiden und Pflanzendunen, die Pappelwolle u. a., oder aus einer Reihe von Zellen bestehen (Pulufaser vom Stamme verschiedener Farne, *Cibotium glaucum* u. a.), oder endlich aus mehreren Reihen von Zellen aufgebaut sein, wie die Perigonborsten von *Typha* und *Eriophorum* (Rohrkolben und Wollgras), welche als Stopfmateriale verwendet werden.

Die Zellwand der Haare ist dünn oder dick, ohne Structur, oder mit Poren, Netzleisten versehen; letztere sind namentlich oft an der Basis der Haare zu finden. Auch die Spitze der Haare bietet oft charakteristische Formverhältnisse.

Der Hauptinhalt des Lumens ist Luft; oft ist aber das Haar bandförmig zusammengepresst, so dass das Lumen fast gleich Null ist. Gewöhnlich ist die Innenseite der Zellwand mit einer sehr dünnen Schichte von eingetrocknetem Protoplasma (besonders Proteinkörpern), welche fest anhaftet, bekleidet. Sie bleibt ebenso wie die Cuticula nach dem Auflösen der Faser ungelöst zurück.

Sehr charakteristisch gestaltet sich in der Regel auch der Querschnitt der Haare, aus welchem erst die wahren Formverhältnisse derselben hervorgehen. Auch die Dicke der Wandung lässt sich erst am Querschnitte genau ermitteln. Die Längsleisten, welche ich an der Innenseite der Wandungen der Pflanzenseiden auffand, lassen sich erst am Querschnitte mit Sicherheit constatiren.¹⁾

Die Faserelemente (Bastfasern, Sklerenchymfasern, Holzfasern und Fasertracheiden etc.) sind allseitig geschlossene, beiderseits spitz zulaufende Röhren, mit meist derber Wandung und verschiedenem rundlichem, länglichem oder polygonalem Querschnitte. Kommen die Fasern im Baste vor, so heissen sie vorzugsweise Bastfasern (z. B. Lein, Hanf, Jute). Wenn sie ausserhalb des Bastes, meist in

¹⁾ S. v. Höhnelt, Beiträge zur technischen Rohstofflehre; Dingl. Polyt. Journ. 1884, p. 573.

eigenen Bündeln, z. B. in den Blättern vieler monocotyler Pflanzen, stehen, so spricht man von Sklerenchymfasern. So besteht der Manilahanf fast nur aus Sklerenchymfaserbündeln. Kommen Sklerenchymfasern im Holze vor, so heißen sie Holzfasern (Libriform), und der Holzstoff von Aspenholz besteht vorzugsweise aus Holzfasern.

Alle echten Fasern zeigen nur einfache Porenkanäle, welche meist spaltenförmig aussehen, in der Wandung, während die Tracheiden Hoftüpfel besitzen, welche in der Flächenansicht rundlichen Poren gleichen, die von einem Hofe umgeben erscheinen. Die Holzstoffe aus Fichten-, Tannenholz, aus Nadelhölzern überhaupt, bestehen fast nur aus Fasertracheiden und sind daher an den Hoftüpfeln leicht zu erkennen. (Fig. 36—38.)

Die echten Bastfasern zeigen nur selten deutliche Poren, während die monocotylen Sklerenchymfasern meist reich daran sind. So beim Manilahanf, Sisalahanf, bei der Coirfaser u. s. w. Dagegen zeigen die echten Bastfasern oft die höchst charakteristische Eigenschaft der sogenannten Verschiebungen¹⁾ oder *plis de flexion*.²⁾ Sie erscheinen nämlich wie gegliedert, indem von Stelle zu Stelle sich Querspalteln vorfinden, welche wie Knoten aussehen.

Zwischen je zwei Knoten liegen kurze Stücke (Glieder) der Faser, welche keine Querspalteln aufweisen. Diese Verschiebungen entstehen in der Faser schon in der lebenden Pflanze durch den ungleichmässigen Gewebedruck. Sie sind nicht eine Folge der mechanischen Bearbeitung der Faser bei ihrer Gewinnung. Jeder Knoten zeigt meist mehrere dicht übereinanderliegende Querspalteln, zwischen welchen ganz kurze Querscheibchen liegen. Die Verschiebungen fehlen den monocotylen Fasern gänzlich (z. B. Neuseeländischem Flachs, Manila, Sisal, Sanseveria-Faser, Aloë-Faser etc.), fehlen aber auch vielen echten Basten (z. B. Jute, Lindenbast, Abelmuschusfaser u. dgl.) und kommen vor bei Hanf, Lein, Chinagrass (Ramieh), Nesselfaser u. s. w. Die Knoten (Querbruchstellen, Verschiebungen) färben sich mit Chlorzinkjod auffallend dunkler als die übrige Faser, sind also leicht zu entdecken.

Die Enden (Spitzen) der Bastfasern sind meist sehr charakteristisch. Sie sind scharfspitzig oder stumpf, einfach oder mit Seitenspitzen versehen, dünn- oder dickwandig, manchmal verbreitert u. s. w.

Höchst wichtig und verschieden ist der Querschnitt. Auf diesem tritt die Form der äusseren Begrenzung der Faser hervor, ferner die Dicke der Wandung, die Schichten- oder Schalenbildung in derselben; ferner die sogenannte Mittellamelle, d. i. jene einfache Zellwandschicht, welche zwischen je zwei Bastfasern liegt und bei der Trennung derselben von einander entweder an der einen oder an der andern haften bleibt. Es ist daher das Studium des Querschnittes zur sicheren Bestimmung der Fasern von eminenter Bedeu-

¹⁾ v. Höhnelt, Ueber den Einfluss des Rindendruckes etc.; Pringsheim's Jahrb. f. w. Botanik, Bd. XV, Heft 2, p. 311 ff.

²⁾ M. Vétillard, Études sur les fibres, Paris 1876, p. 62 ff.

tung, worauf zuerst M. Vétillard aufmerksam gemacht hat. Auch der Inhalt tritt oft (z. B. bei der Leinentäse) am Querschnitte deutlichst hervor.

Neben den echten Faserelementen können an Geweben in Fasern noch auftreten: Parenchymzellen, Krystallschläuche, Siebröhren, Steinelemente (Steinzellen), Gefässe, Tracheiden u. a.

Am häufigsten sind die Parenchymzellen, welche in den meisten Rohbastfasern (z. B. von Hanf, *Abelmoschus tetraphyllos*, *Urena sinuata* u. a.) vorkommen, ferner in Holz- und Strohstoff, Holzcellulose u. dgl., endlich in fast allen monocotylen Fasern.

Gefässe (mehr oder weniger weite Röhren, beiderseits offen, mit spiraliger oder netzförmiger Verdickung, oder dicht mit Hoftüpfeln bedeckt) kommen bei den meisten monocotylen Fasern vor; z. B. sehr spärlich beim Maulhanf, häufig bei der *Tillandsia*-Faser, beim Sisalhanf, Aloëhanf u. s. w.

Gefässe finden sich ferner im Holzstoff von Laubbölzern, im Strohstoff u. s. w. Die Gefässe der Holzstoffe sind an den dicht angeordneten Hoftüpfeln, die der Strohstoffe an der häufig spiraligen Verdickung kenntlich.

Krystallschläuche, welche meist dünnwandig sind und verschieden gestaltete Krystalle von oxalsaurem Kalk führen, sind oft sehr charakteristische Elemente. Sie finden sich zunächst in fast allen Rohbasten (z. B. von *Böhmeria nivea*, *Abelmoschus tetraphyllos*, *Urena sinuata*, *Thespesia Lampas* u. a.), ferner in manchen monocotylen Fasern, z. B. in der Pita-Faser (von *Agave americana*, einfache wetzsteinförmige, grosse Krystalle), in der Piassave (sternförmige Krystalldrusen in verkieselten Zellen).

Die Krystalle sind in der ganzen, unverletzten Faser oft schwer zu finden. Beim Maceriren der Faser aber werden sie leicht gelöst. Man findet sie nach Wiesner am leichtesten in der Asche, wo sie als Aschenkrystalle von kohlensaurem Kalk erscheinen. Um also Krystalle zu entdecken, braucht man die Faser nur zu verbrennen und die Asche in Wasser zu untersuchen. In der Asche treten auch die verkieselten Elemente (bei der Coir-Faser, beim Manilahanf u. a.) hervor. Diese verkieselten parenchymähnlichen Zellen heissen Stigmata und bilden charakteristische Merkmale mehrerer Fasern.

Krystalle findet man auch hie und da in den Pflanzendunen von *Ochroma Lagopus*. Sie haben hier die Form eines Briefcouverts.

2. Mikrochemie.

Bei den Fasern kommen folgende chemische Bestandtheile in Betracht: Cellulose, Holzstoff, Korkstoff, Eiweisskörper (trockenes Protoplasma), Kieselsäure und Kalkoxalat.

Von den drei Hauptbestandtheilen Cellulose, Holzstoff und Korkstoff ist der erstgenannte der wichtigste. Sie bildet die Grund-

substanz jeder Zellwand. Man kann sie daher in jeder vegetabilischen Zellmembran nachweisen. Manchmal enthält die ganze Membran (z. B. bei der Leinenfaser) nur Cellulose. Bei der Baumwolle ist, von der Cuticula abgesehen, auch die ganze Membran aus Cellulose aufgebaut. Verholzte Membranen färben sich mit Anilinsalzen goldgelb, mit Phloroglucin und Salzsäure roth, ebenso auch mit Indol und Salzsäure; ferner mit Phenol (Carbolsäure) und Salzsäure grün;¹⁾ mit Chlorzinkjod gelb bis braun; mit Jod ebenso.

Wenn man eine verholzte Membran längere Zeit mit verdünnter Salpetersäure macerirt, oder durch kurze Zeit mit gewöhnlicher Salpetersäure oder dem Schulze'schen Gemische kocht, so wird der »Holzstoff«, der ein Gemenge mehrerer Körper darstellt, herausgelöst, und die ursprünglich verholzte Membran zeigt nunmehr die reine Cellulosereaction.

Reine Cellulose wird durch Jod- und Schwefelsäure blau, durch Chlorzinkjod violett gefärbt.

Cellulose- und verholzte Membranen sind in concentrirter Schwefelsäure löslich. Verkorkte Membranen, wie z. B. die Cuticula der Pflanzenhaare, sind in concentrirter Schwefelsäure ganz unlöslich, lösen sich aber z. Th. beim Kochen in Kalilauge auf und geben beim Erwärmen mit Salpetersäure oder mit Chromsäure schmelzbare Substanzen, ganz so wie Wachs. Der Korkstoff besteht eben nur aus Pflanzenwachs oder -Talg, die der Zellmembran eingelagert sind.²⁾

Eiweisskörper finden sich in Faserelementen ziemlich häufig in Form von eingetrockneten Massen, welche das dann enge Lumen der Faser (z. B. beim Lein) stellenweise ganz oder zum Theil erfüllen, oder aber — und zwar ist das die Regel — in Form eines ganz dünnen Häutchens, welches die Wandung innen bekleidet und nach Behandlung der Faser mit concentrirter Schwefelsäure angelöst zurückbleibt. Mit Jod färbt sich dieses Häutchen braun; Anilinfarbstoffe werden von demselben aufgespeichert, kurz, es zeigt alle Eiweissreactionen.

Die Kieselsäure tritt bei den Fasern nur in den Wandungen der Stegmata und mancher Epidermiszellen auf. Verascht man die Faser, so bleibt die Form dieser verkieselten Elemente erhalten; es bleibt also ein Kieselskelett zurück, welches in Salzsäure unlöslich ist, während sich der übrige Theil der Asche in Säuren sofort löst.

Die sehr verschieden gestalteten Krystalle von Kalkoxalat sind in Essigsäure unlöslich, lösen sich in Salzsäure, und verwandeln sich beim Verbrennen oder Veraschen der Faser ohne wesentliche Formveränderung in kohlensauen Kalk, der schon in ganz verdünnten Säuren unter Aufbrausen (d. i. Kohlensäureentwicklung) löslich ist.

¹⁾ v. Höhnelt, *Histochem. Untersuchung über Xylophilin und Coniferin*, Sitzungsber. d. Wr. Akad. 76. Bd. I. 1877.

²⁾ v. Höhnelt, *Ueber Kork und verkorkte Gewebe*, Sitzungsber. d. Wr. Akad. 76. Bd. I. Abth. 1877. — v. Höhnelt, *Ueber die Cuticula*. *Oesterr. bot. Zeitschrift*, 1878. — Kugler, *Berichte der deutschen bot. Gesellsch.* 1883, p. 29.

Im Allgemeinen lässt sich sagen, dass die meisten Fasern verholzt sind. Nur wenige Fasern sind nicht verholzt, so z. B. die Leinenfaser, die Baumwolle, das Wollhaar des Wollgrases.

Alle Fasern, die morphologisch Pflanzenhaare sind, sind von einer dünnen, verkorkten Cuticula umkleidet. Die Gefäße, welche in manchen Fasern vorkommen, sind stets stark verholzt. Ebenso sind alle Elemente des (technischen) Holzstoffes verholzt, während die sogenannte technische Holzcellulose, welche meist durch längere Maceration von Holz mit verdünnten Alkalien bei hoher Temperatur und unter hohem Drucke erzeugt wird, in der Regel keine Spur von Holzstoffreaction mehr aufweist.

Auch durch das Bleichen der Fasern wird der Holzstoff zerstört und herausgelöst. Gutgebleichte Jute und ebensolcher Hanf zeigen keine Holzstoffreaction mehr, während sie ursprünglich dieselbe aufwiesen.

3. Mikrophysik.

Es giebt auch einige physikalische Eigenschaften der Fasern, zu deren Studium das Mikroskop besser als ein anderes Instrument geeignet ist. Hierher gehören namentlich die Quellungs- und die Polarisationserscheinungen.

Alle pflanzlichen Zellmembranen brechen das Licht doppelt¹⁾; es gilt dieses aber ganz besonders für die dickwandigen Zellwände, wie sie gerade den Fasern eigen sind. Bringt man eine Pflanzenfaser in das verdunkelte Gesichtsfeld des Polarisationsmikroskopes, so erscheint sie nicht nur hell, sondern auch mit den schönsten Polarisationsfarben geziert.

Es ist wahrscheinlich, dass das Polarisationsmikroskop auch ganz brauchbare Kennzeichen zur Trennung und Unterscheidung der Pflanzenfasern bieten könnte, so wie dies für die Seiden gezeigt werden wird, doch ist dies noch nicht näher untersucht worden.

Was die Quellungserscheinungen anbelangt, so fassen die nachfolgenden Angaben, welche vergleichsweise auch die Thierfasern (Seide und Haare) berücksichtigen, fast ganz auf eigenen Beobachtungen.²⁾

Die Frage, warum sich Seile im Wasser liegend verkürzen, kann erst nach genauer Untersuchung des Verhaltens der Einzelfaser beantwortet werden. Sie ist deshalb auch erst von mir endgiltig gelöst worden. Die mikroskopische Untersuchung der Dickenveränderungen der Fasern beim Quellen kann an ganzen

¹⁾ Kindt, Poggendorff's Annalen, Bd. 70, Heft 1. — Wiesner, Rohstoffe, p. 291.

²⁾ v. Höhnel, Ueber einige technisch wichtige Eigenschaften der Textilfasern, und die Ursache der Verkürzung der Seile im Wasser. In Dingler's Polyt. Journal. Bd. 252, p. 165 ff. (1884). — v. Höhnel, Ueber die Mechanik des Aufbaues der vegetab. Zellmembran. Botan. Zeitg. 1882, Nr. 36 u. 37. — v. Höhnel, Ueber das Verhalten der vegetab. Zellmembran bei der Quellung. Ber. d. deutsch. bot. Gesellsch. 1884, Bd. II, Heft 2, p. 41.

Fasern, sowie an Querschnitten mit Hilfe eines Ocularmikrometers ohne Weiters vorgenommen werden, nur muss man darauf achten, dass sich die Faser während der ganzen Beobachtung absolut nicht bewegt. Anders die Längenänderungen. Während eine trockene Faser beim Quellen in Wasser um 20—30%₀ dicker werden kann, was leicht durch Messung zu constatiren ist, betragen die Längenänderungen in der Regel kaum $\frac{1}{10}\%$ ₀. Sie können daher an Faserstückchen nicht direct beobachtet werden, und um sie zu constatiren, habe ich die Bewegungen des Endes einer genau 10 cm langen Faser beobachtet. Ich befestigte an den Mikroskopisch unverrückbar einen dicken und breiten Glasstreifen, der rechts 11 cm weit über die Mitte jenes hinausragte. Am rechten Ende wurde der zu beobachtende Faden befestigt; 10 cm desselben lagen in einer dem Glasstreifen aufgesetzten Glasrinne; es konnte daher ein 10 cm langes Stück des Fadens befeuchtet werden. Die Faser führte ein leichtes Glasplättchen, in das ein Massstab mit 0.1 mm langen Theilstrichen eingeritzt war, und welches Plättchen gerade unter das Objectiv zu stehen kam. Das linke Ende des Fadens lief über eine kleine Rolle und trug ein kleines Spannungsgewicht. Ein Theilstrich des Ocularmikrometers hatte den Werth von 0.005 mm, war also gerade 0.005%₀ des in Action tretenden 10 cm langen befeuchtbaren Theiles des Fadens.

Man kann mit Hilfe dieser Vorrichtung bis auf 0.005%₀ der Verkürzung oder Verlängerung der Fasern genau und zwar direct ablesen.

Die Untersuchungsergebnisse sind etwa folgende:

1. Jede Faser wird beim Anhauchen oder Befeuchten mit Wasser dicker, ob sie gedreht ist oder nicht. Die Pflanzenfasern unterscheiden sich dadurch von den Thierfasern, dass sie rascher und stärker anquellen. Thierfasern werden in Wasser gelegt um 10—14%₀ dicker. Z. B. ein Menschenhaar um 10.67%₀, Angorahaar um 10.2%₀, ein weisses Alpaca haar 13.7%₀, ein Tussahseidenfaden um 11%₀. Nur solche Haare, welche ein grosses Mark besitzen, quellen etwas mehr, denn die Markzellen dehnen sich stärker aus, z. B. ein Kuhhaar 16%₀; die Dickenzunahme der Pflanzenfasern beträgt meist an oder über 20%₀, so z. B. bei neuseeländischem Flachs bei drei Versuchen 19.5, 20.0 und 22.3%₀; Aloëhanf 25.8%₀, Lein 17.1, 29.0, 21.1%₀, bei Hanf 21.1, 25.2 und 21.9%₀ (Mittel für Hanf 22.7%₀), bei Baumwolle 27.5%₀ u. s. w.

2. Bei der Benetzung kann sich eine Faser verlängern oder verkürzen, oder ihre ursprüngliche Länge beibehalten. Dasselbe kann natürlich auch beim Trocknen geschehen. Alles hängt von dem Zustande ab, in welchem sich die Faser befindet, und dieser wird durch die Behandlung bedingt, welche die Faser vorher erfahren hat.

3. Die Längenänderungen schwanken bei den Pflanzenfasern von 0.05—0.10%₀, bei den Thierfasern von 0.50—1.00%₀.

4. Wird ein und dasselbe Fadenstück öfter hintereinander abwechselnd nassgemacht (oder angehaucht) und getrocknet, so ergeben sich folgende Resultate:

a) Eine natürliche nicht gedrehte Faser von Flachs, Hanf, Aloëhanf, Chinagrass, Baumwolle und Manilahanf verlängert sich beim Benetzen und verkürzt sich ebensoviel (nämlich $0.05-0.10\%$) beim Trocknen an der Luft.

b) Die neuseeländische Flachsfaser des Handels verhält sich gerade umgekehrt.

c) Die Mehrzahl der vegetabilischen Fasern zeigte die Eigenthümlichkeit, dass sie ihre grösste Länge beim Anhauchen erhielten. Worauf sie mit Wasser benetzt sich um $0.01-0.03\%$ verkürzten. Wenn man daher eine nasse Faser trocknet, so wird sie erst länger, um dann rasch kürzer zu werden.

d) Wenn man eine nasse Pflanzenfaser stark spannt und in diesem Zustande trocknen lässt, so zeigt sie nachträglich entweder α) fortdauernd — soweit die Versuche reichen — beim Nassmachen oder beim Trocknen eine jedesmalige Verkürzung von $0.05-0.10\%$ (rohes Chinagrass), oder aber β) es tritt anfänglich eine fortwährende Verkürzung ein (beim Nassmachen und beim Trocknen), während späterhin sich die Faser genau so wie neuseeländischer Flachs verhält, sich also beim Benetzen verkürzt (Aloëhanf); oder endlich γ) die Faser verkürzt sich anfänglich dauernd, um sich dann wie eine gewöhnliche Faser im Wasser zu verlängern (Manilahanf).

e) Jede stark gedrehte Pflanzenfaser zeigt die Eigenthümlichkeit, sich beim Trocknen zu verlängern und beim Benetzen zu verkürzen. Hierbei überwiegt die jedesmalige Verkürzung im Anfange bedeutend.

f) Eine natürliche Thierfaser verlängert sich stets beim Benetzen, und verkürzt sich beim Trocknen, beides um etwa $0.5-1.0\%$.

g) Eine einfache stark gedrehte Thierfaser zeigt anfänglich auch beim Nassmachen eine $1-2\%$ ige Verkürzung, um sich dann — meist schon vom zweiten Nassmachen angefangen — genau so wie eine nicht gedrehte Faser zu verhalten; nur sind die Amplituden viel kleiner.

h) Eine gespannt getrocknete Thierfaser verkürzt sich beim erstmaligen Nassmachen (oft um einige Procente), um sich dann wie eine nicht gespannt gewesene zu verhalten.

Man ersieht aus diesen Resultaten mikroskopischer Untersuchung, dass das Verhalten der Fasern bei der Quellung in Wasser ein höchst merkwürdiges und verschiedenes ist, und dass in dieser Beziehung ganz wesentliche Unterschiede zwischen Pflanzen- und Thierfasern existiren.

Die Frage, warum sich gedrehte Fasern, im Gegensatze zu ungedrehten, im Wasser verkürzen, lässt sich genügend beantworten. Der Grund, warum sich Seile verkürzen, ist offenbar derselbe und zwar, wie ich fand, folgender: Wenn ein Cylinder dicker wird, so wird jede gegen die Axe geneigte Gerade im Innern des Cylinders, sowie jede Spirale, die man sich innen oder aussen denkt, zugleich länger. Sind nun diese Spiralen oder Geraden mit der Substanz des Cylinders fest verbunden, und haben sie gar nicht die Fähigkeit

länger zu werden, so muss der ganze anschwellende Cylinder kürzer werden. Dies ist nun bei den gedrehten Fasern und beim Seile der Fall.

Die nicht oder nur wenig dehnbaren Fasern sind beim Seile in unverrückbar fixirten Spiralen geordnet. Ebenso gelangen beim Drehen einer Einzelfaser die ursprünglich der Länge nach geordneten Reihen von Substanztheilchen in eine spiralgige Lage.

Da sich nun die Fasern nicht oder nur wenig verlängern können, hingegen um 20—25% verdicken beim Quellen, so muss das Seil, sowie die gedrehte Einzelfaser sich verkürzen. Sind die Spiralfasern stark dehnbar, wie bei den Thierfasern, welche sich im feuchten Zustande um 5—36% dehnen lassen, ohne zu zerreißen, so kann sich der Cylinder bei der Quellung nur wenig verkürzen (oder auch gar nicht), weil dann die Spiralen verlängerbar sind. Daher verkürzt sich ein Hanfseil um 8—10% und eine Seidenschnur nur um 0·24—0·95%. Ist ein Seil aus gedrehten Litzen aufgebaut, so verkürzt es sich stärker, weil jede Litze sich selbständig verkürzt und sich überdies dem ganzen Seile gegenüber wie eine spiralgige Faser verhält.

Es wird sich daher eine einfache gedrehte Pflanzenfaser nur wenig verkürzen, und es ist daher auch begreiflich, dass sich die einfache gedrehte Thierfaser sogar verlängert, während sich eine Seidenschnur verkürzt.

Bezüglich des Näheren verweise ich auf meine oben citirten Aufsätze.

Höchst frappirend ist das Verhalten sämmtlicher Pflanzenfasern (und auch der Thierseide) beim Quellen in starken Quellungsmitteln.¹⁾ So quillt Baumwolle in Kupferoxydammoniak stark auf und löst sich schliesslich, während Flachs in diesem Reagens nur stark quillt.

Verholzte Fasern quellen in Kupferoxydammoniak nur sehr wenig; wenn man jedoch den Holzstoff vorher mit Salpetersäure auszieht, so tritt Quellung und Lösung wie bei der Baumwolle ein.

Concentrirte Schwefelsäure wirkt auf alle Fasern, ob verholzt oder nicht, wie ein starkes Quellungs- und Lösungsmittel ein.

Ich habe gefunden, dass jede Faser bei starker Quellung um 40—60% kürzer wird, während sie dabei um das 3—6fache dicker wird.

Es ist überhaupt eine allgemeine Eigenschaft jeder Zellmembran, bei starker Quellung sich nach zwei aufeinander senkrechten Richtungen zu verkürzen, und in der dritten Richtung (d. i. in der Dicke) zu verlängern. Es hängt dies mit dem Wachsthum der Zellmembranen durch Dehnung zusammen. Die Fasern werden in den Pflanzen passiv gedehnt, und so wie ein feiner Faden von Gummi arabicum sich beim Quellen in Wasser verdickt und verkürzt, so verhält sich auch die Zellmembran.

¹⁾ Nägeli, Sitzungsber. d. bayrisch. Akad. der Wissenschaft. 1864, II, p. 156, u. Mikroskop, I. Aufl., p. 429. — v. Höhnelt, Ueber die Mechanik etc. Bot. Ztg. 1882, Nr. 36 u. 37.

Man kann diese Erscheinung der Verkürzung der Fasern beim Quellen sehr leicht beobachten, wenn man sich von einem Bündel Baumwoll- oder Flachsfasern mit einer Scheere ganz kurze Stücken herabschneidet und diese dann bei schwacher Vergrößerung unter dem Mikroskope betrachtet, während man langsam gewöhnliche englische Schwefelsäure zutreten lässt.

4. Grössenverhältnisse der Faserelemente.

Um einen Ueberblick über die im nachfolgenden speciellen Theile zerstreuten Angaben über die Grössenverhältnisse der Faserelemente, welche unter Umständen ganz brauchbare Merkmale zur Bestimmung der Fasern und Anhaltungspunkte zur Beurtheilung der makroskopischen Eigenschaften der Fasern bieten können, zu ermöglichen, habe ich nachstehende Zusammenstellungen angefertigt.

I. Dimensionsverhältnisse einiger Fasern.

Zusammengestellt nach J. Wiesner.

Name der Faser	Länge der Faserelemente mm		Breite der Faserelemente mmm*)		Häufigster Werth
	Min.	Max.	Min.	Max.	
Tillandsia-Faser	0.2	0.5	6	15	—
Piassava	0.3	0.9	—	—	—
Abelmoschus tetraphyllos. Bast	1	1.6	8	20	16
Esparto-Faser	0.5	1.9	9	15	—
Sida retusa, Bast	0.8	2.3	15	25	—
Urena sinuata, Bast	1.1	3.2	9	24	15
Jute. Bast	0.8	4.1	10—16	21—32	16—20
Neuseeländischer Flachs	2.5	5.6	8	19	13
Bromelia Karatas	1.4	6.7	27	42	—
Baumwolle (Gossypium)	10	60	12	42	20—38
Wollbaumwollen (Bombax)	10	30	19	43	21—29
Wolle von Ochroma Lagopus	5	15	16	35	—
Vegetabil. Seide v. Aselepias curassavica	10	30	20	44	—
» » » Calotropis gigantea	20	30	12	42	38
» » » Marsdenia	10	25	19	33	—
» » » Strophanthus	10	56	49	92	—
» » » Beaumontia	30	45	33	50	—
Hanfbastfaser	—	—	15	28	—
Flachs	20	40	12	26	15—17
Chinagrass, Ramieh	—	220	16—40	80—126	50
Aloë perfoliata, Aloëhanf	1.3	3.7	15	24	—
Calotropis gigantea, Bastfaser	7	30	18	25	—
Bauhinia racemosa, Bast	1.5	3	8	20	—
Thespesia Lampas, »	0.92	4.7	12	21	16
Cordia latifolia, Bast	1	1.6	15	17	—
Tilia sp. Lindenbast	1.1	2.65	—	—	15
Sterculia villosa, Bast	1.5	3.5	17	25	20

*) 1 mmm = 1 Tausendstel Millimeter, und wird Mikron, Mikromillimeter oder μ genannt.
v. Höhnel. Mikroskopie d. techn. verwend. Faserstoffe.

Name der Faser	Länge der Faserelemente mm		Breite der Faserelemente mmm		
	Min.	Max.	Min.	Max.	Häufigster Werth
Holoptelea integrifolia, Bast . .	0.9	2.1	9	14	12
Kydia calycina, Bast	1	2	16.8	24.2	—
Lasiosyphon speciosus, Bast . .	0.42	5.1	8	29	—
Sponia Wightii	—	4	—	—	21
Aloëfaser	1.3	3.7	15	24	—
Manilabast	2	4.6	12	46	16—29
Pitafaser	1	2.2	16	21	17
Coir-Faser	0.4	0.96	12	20	16
Pandanus odoratissimus	1	4.2	—	—	20

II. Grössenverhältnisse der Faserelemente einiger technisch verwendeter Fasern.

Zusammengestellt nach M. Vétillard.

Name der Faser	Länge mm			Dicke in mmm			Verhältniss der Dicke zur Länge
	Min.	Max.	Mittel	Min.	Max.	Mittel	
Lein von Linum usitatissimum	4	66	25—30	15	37	20—25	1200
Hanf von Cannabis sativa	5	55	15—25	16	50	22	1000
Hopfenfaser von Humulus Lupulus	4	19	10	12	26	16	620
Nesselfaser von Urtica dioica	4	55	25—30	20	70	50	550
Chinagrass, Ramie von Urtica nivea	60	250	120	—	80	50	2400
Papiermaulbeerbaumfaser v. Morus papyrifera	—	10—25	6—15	—	—	25—35	240—430
Sunnfaser v. Crotalaria juncea	4	12	7—8	25	50	30	260
Besenginster v. Sarcothamnus vulgaris	2	9	5—6	10	25	15	330
Pfriemenfaser v. Spartium junceum	5	16	10	—	—	20	500
Steinklee faser v. Melilotus alba	5	18	10	20	36	30	330
Baumwolle v. Gossypium sp.	10—25	20—40	—	—	—	—	—
Gambohanf v. Hibiscus cannabinus	2	6	5	14	33	21	240
Lindenbast v. Tilia europaea, platyphylla	1.25	5	2	14	20	16	125

Name der Faser	Länge mm			Dicke in mm			Verhältniss der Dicke zur Länge
	Min.	Max.	Mittel	Min.	Max.	Mittel	
Jute v. <i>Corchorus capsularis</i> , <i>olitorius</i> etc.	1.5	5	2	20	25	22.5	90
Faser v. <i>Lagetta lintearia</i>	3	6	5	10	20	—	500
Bast von <i>Salix alba</i> , <i>Capraea</i> u. A.	—	3	2	17	30	22	90
Esparto oder Alfafaser v. <i>Stipa tenacissima</i>	0.5	3.5	1.5	7	18	12	125
Faser von <i>Lygaeum Spartum</i>	1.3	4.5	2.5	12	20	15	160
Ananasfaser von <i>Ananassa sativa</i>	3	9	5	4	8	6	880
Faser v. <i>Bromelia Karatas</i>	2.5	10	5	20	32	24	210
Faser von <i>Bromelia Pinguin</i>	0.75	2.5	2	8	16	13	150
Neuseeländischer Flachs v. <i>Phormium tenax</i>	5	15	8—10	10	20	16	550
<i>Yucca</i> sp.-Faser	0.5	6	3.5—4	10	20	—	170
<i>Sanseveria</i> -Faser von <i>Sanseveria zeylanica</i>	1.5	6	3	15	26	20	150
Pite-Faser von <i>Agave americana</i>	1.5	4	2.5	20	32	24	100
Manilahanf von <i>Musa textilis</i>	3	12	6	16	32	24	250
Manilahanf von <i>Musa paradisiaca</i> , <i>Sapientum</i>	—	—	5	20	40	28	180
Faser von <i>Phoenix dactylifera</i>	2	6	3	16	24	20	150
Faser von <i>Corypha umbraculifera</i>	1.5	5	3	16	28	24	120
Faser von <i>Elais guineensis</i>	1.5	3.5	2.5	10	13	11	230
Faser von <i>Raphia taitigera</i>	1.5	3	2.5	12	20	16	160
Faser von <i>Mauritia flexuosa</i>	1	3	1.5	10	16	12	130
Coir-Faser von <i>Cocos nucifera</i>	0.4	1	0.7	12	24	20	35

Im Allgemeinen sind jedoch die Grössenverhältnisse der Elemente, aus welchen die Pflanzen zusammengesetzt sind, sehr variabel.

Daher sind sie erst in letzter Linie als unterscheidende Kennzeichen zu verwenden.¹⁾ Je nachdem, ob eine Pflanze auf trockenem

¹⁾ Siehe Cramer, Programm der polyt. Schule von Zürich, 1881, pag. 20 (Unterscheidung von Flachs u. Hanf), u. v. Höhnel, Dingler's Polyt. Journal, Bd. 246, p. 465.

oder nassem Boden, bei stärkerer oder schwächerer Beleuchtung etc. wächst, werden die Fasern länger oder kürzer, dicker oder dünner. Eine kräftige Pflanze besteht aus derberen Elementen als eine zarte. An der Basis der Pflanzen, z. B. an den Wurzelenden des Leines, Hanfes und der Jute sind die Bastfasern meist kürzer und dicker als weiter oben. Aus allen diesen Thatsachen geht hervor, dass die Grössenverhältnisse der Fasern nur mit Vorsicht zur Unterscheidung derselben angewendet werden dürfen.

5. Methodisches.

Nachdem die meisten feineren Fasern, wofern sie nicht aus einfachen Haaren bestehen, aus Bastfasern aufgebaut sind, und die Mehrzahl dieser sehr einfach und gleichmässig gebaut ist, so ist die sichere Erkennung und Bestimmung einer Faser in der Regel durchaus nicht so einfach, als es auf den ersten Blick scheinen mag. Namentlich gilt dies dann, wenn eine grössere Anzahl ähnlicher Fasern in Betracht kommt. Jedes Kennzeichen einer Faser hat nur einen relativen Werth, weil es nur dazu dienen kann, dieselbe von einer oder mehreren bestimmten Fasern zu unterscheiden, und anderen gegenüber werthlos ist. So lassen sich zwar Jute und Hanf, nicht aber Hanf und Flachs an den sogenannten Verschiebungen (*plis de flexion*) unterscheiden.

Eine technisch verwendete Faser wird erst dann im Kreise ihrer Verwandten vollständig charakterisirt sein, wenn man alle unterscheidenden Merkmale derselben kennt. In diesem Falle wird man aber auch in die Lage kommen, eine analytische Bestimmungstabelle herstellen zu können, mit Hilfe deren man die Faser ebenso bestimmen kann, wie eine Pflanze. Ich weiche in dieser Beziehung von der nicht seltenen Anschauung ab, als wenn nur eine vollständige Beschreibung, auch Physiographie genannt, zur Sicherstellung der Identität einer Faser hinreichen würde. Ich bin im Gegentheile der Meinung, dass eine blosser Beschreibung nicht genügt, weil aus einer solchen in der Regel gerade die charakteristischen Merkmale, d. h. jene, welche die Unterschiede zu den nächst verwandten bezeichnen, nicht ersichtlich sind. Man hat in der That bislang die praktische Mikroskopie mehr als eine beschreibende, als eine vergleichende Wissenschaft aufgefasst, und so den leicht und sofort erkennbaren Merkmalen eine zu grosse Leistungsfähigkeit zugemuthet. Die Kennzeichen der Fasern liegen viel tiefer und müssen durch einen zielbewussten, oft mühsamen Vergleich festgestellt werden, und oft in ganz unwesentlichen, anatomisch fast bedeutungslosen Eigenheiten gesucht werden.

Die Hauptkennzeichen sollen immer morphologische sein, d. h. solche, welche sich auf die Form der Faser beziehen (Basis, Lumen, relative Zellwanddicke, Spitze, Verdickungsformen). Die übrigen Kennzeichen, nämlich die Grössenverhältnisse und die chemischen

Eigenschaften, sollen nur als secundäre Merkmale gelten. Die Grössenverhältnisse variiren oft in unerwarteter Weise; was speciell bei den Pflanzenfasern physiologisch begründet ist. Je länger ein Exemplar z. B. von Lein, Jute etc. in Folge von günstigen äusseren Verhältnissen wird, desto länger werden auch die Fasern in denselben.

Was die mikrochemischen Verhältnisse anlangt, so ist zu beachten, dass die Literaturangaben meist ohne Berücksichtigung der Concentrations-Verhältnisse der Reagentien gemacht werden; ferner zu erwähnen, dass z. B. in Geweben mit künstlich gefärbten Fasern chemische Farbenreactionen überhaupt nicht angewendet werden können. Jod und Schwefelsäure bringen z. B. je nach den Concentrations-Verhältnissen bei Baumwolle alle Farben von hellrosa bis dunkelblau, bei Hanf von gelb bis grünblau hervor u. s. w. Auch durch das Bleichen werden die Fasern oft so verändert, dass die mikrochemischen Literaturangaben nicht stimmen. Der Holzstoff kann beim Bleichprocesse ganz herausgelöst und die Cuticula zerstört werden. Das später zu beschreibende Verhalten der Baumwolle gegen Kupferoxydammoniak trifft bei gut gebleichtem Baumwollzwirn nicht zu, weil bei diesem die Cuticula fast vollständig fehlt. Die Angaben über die charakteristischen chemischen Unterschiede von Leinen-, Hanf- und Jutefasern sind unbrauchbar, wenn man gutgebleichte oder gefärbte Waare vor sich hat.

Es muss also bei der Prüfung und Untersuchung der Fasern in erster Linie auf die Formverhältnisse Rücksicht genommen werden, da nur diese durchgreifende Merkmale abgeben.

Um durchwegs sicher zu gehen bei der Prüfung der mikrochemischen Verhältnisse, ist es nothwendig, stets dieselben Reagentien zu verwenden. Die Hauptreagentien sind Jod- und Schwefelsäure.¹⁾

Unter Jod ist folgende Lösung zu verstehen: 1 g Kaliumjodid wird in 100 g destillirtem Wasser gelöst und nun Jod zugesetzt, bis die Lösung gesättigt ist. Um diese Lösung stets gesättigt zu erhalten, giebt man einen Ueberschuss von Jod, der am Boden des Fläschchens zurück bleibt, in die Flüssigkeit.

Die im Folgenden stets gemeinte Schwefelsäure besteht aus 2 Volumtheilen reinstem Glycerin, 1 Volumtheil destillirtem Wasser und 3 Volumtheilen concentrirter englischer Schwefelsäure, die langsam und vorsichtig unter steter Abkühlung des Gefässes zugesetzt werden muss.

Beide diese Reagentien verändern mit der Zeit ihre Beschaffenheit und Concentration. Die Jodlösung muss erneuert werden, während die Schwefelsäurelösung durch Zusatz von etwas concentrirter Säure wieder brauchbar gemacht werden kann.

Diese beiden Reagentien können sehr leicht auf ihre Wirksamkeit geprüft werden, indem man einige Flachsfasern auf die noch anzugebende Art mit ihnen behandelt. Dieselben dürfen nach Zusatz der Schwefelsäure nicht quellen (also keine Formveränderung

¹⁾ M. Vétillard, *Études sur les fibres textiles*, 1876. pag. 28, 29.

erleiden) und müssen rein blau erscheinen. Wenn die Flachsfaser anquillt, so ist die Schwefelsäure zu concentrirt, wenn die blaue Farbe nicht sofort auftritt (oder mehr violett oder rosa erscheint), so ist die Schwefelsäure zu sehr verdünnt. In ersterem Falle muss man etwas Glycerin, in letzterem etwas concentrirte Schwefelsäure zu-
setzen.

Die Anwendung von Jod und Schwefelsäure geschieht nun folgendermassen. Man behandelt die Fasern oder Querschnitte durch dieselben auf dem Objectträger mit einigen Tropfen der Jodlösung, und lässt diese einige Zeit darauf einwirken.

Ein Theil des Jods wird von der Faser aufgespeichert, der Ueberschuss wird mit etwas Fliesspapier sorgfältig weggenommen, so dass das Object nun fast trocken vorliegt. Nun setzt man 1—2 Tropfen der Schwefelsäure hinzu. Bei Vorhandensein von reiner Cellulose tritt (ohne Quellung) eine rein blaue Färbung ein, während verholzte Fasern gelb gefärbt werden.

Statt Jod und Schwefelsäure kann man auch Chlorzinkjod anwenden, welches Cellulose röthlich bis blau violett färbt.

Chlorzinkjod erhält man, wenn man Jod und Jodkalium in Wasser löst und hierzu eine concentrirte wässerige Lösung von Chlorzink setzt. Die Flüssigkeit muss 1 Theil Jod, 5 Theile Jodkalium, 30 Theile Chlorzink und 14 Theile Wasser enthalten, wenn sie sicher wirksam sein soll.

Die Verholzung kann auch gut mit den Holzstoffreactionen geprüft werden. Behandelt man eine verholzte Faser mit einer wässerigen Lösung von Indol und dann mit Salzsäure, so entsteht eine Rothfärbung. Schwefelsaures oder salzsaures Anilin, ferner zahlreiche andere ähnliche Verbindungen färben verholzte Membranen goldgelb, namentlich wenn man etwas verdünnte Schwefelsäure nachträglich hinzufügt. Phloroglucin und Salzsäure färben roth, salzsaures Naphtylamin orange u. s. w.; doch ist zu bemerken, dass nicht selten Querschnitte von Fasern sich mit den specifischen Holzstoffreagentien trotz starker Verholzung fast gar nicht färben. So zum Beispiele solche von Jute, welche mit Phloroglucin oder Indol und Salzsäure kaum gefärbt werden, während sie mit Jod und Schwefelsäure schön gelb werden, und auch die Längsansicht eine starke Verholzung anzeigt.

Wenn man die Einzelbast- oder Sklerenchymfaser untersuchen will, muss man die Faserbündel durch Maceration in die Bestandtheile zerlegen. Dies kann durch Kochen der Fasern mit verdünnter Salpetersäure oder dem Schulze'schen Gemische (d. i. Salpetersäure, welche mit chlorsaurem Kali versetzt ist), oder mit Kalilauge in einer Eprovette geschehen. Hierbei wird aber der Holzstoff zerstört und quellen die Fasern etwas an (besonders mit Kalilauge), so dass sie ihre mikrochemischen Eigenschaften und Dickenverhältnisse ändern. Man kann die Trennung von Faserbündeln in ihre Elemente auch auf dem Objectträger selbst mit kalter Chromsäurelösung vornehmen. Man lässt diese einige Minuten einwirken, ersetzt sie dann durch

Wasser und trennt die Faserelemente von einander vollends durch Quetschen mit dem Deckglase. Hierbei wird zwar durch die Chromsäure keine störende Quellung bewirkt, hingegen aber der Holzstoff wie mit Salpetersäure herausgelöst.

Es erscheint daher die Methode von M. Vétillard sehr vorthellhaft, da bei Anwendung derselben die mikrochemische Reaction der Fasern nicht verändert wird. Sie besteht darin, dass man die zu prüfende Faser in einer 10⁰/₀igen wässrigen Sodalösung (oder Pottaschelösung) etwa eine halbe Stunde lang kocht, nach dem Kochen gut mit Wasser auswäscht und zwischen den Fingern zerreibt, wodurch die vollständige Trennung geschieht und auch störende anhängende Gewebe entfernt werden. Die so behandelte Faser kann man nun in Glycerin oder nach Anwendung der Jod- und Schwefelsäurereaction etc. betrachten.

Die zu einem gründlichen Studium der Fasern nöthige Untersuchung des Durchschnittes derselben erfordert die Herstellung von dünnen Querschnitten. Diese geschieht in der Weise, dass man ein aus möglichst parallel gelegten Fasern bestehendes kleines Bündel mit einer dicken, etwas beigesetztes Glycerin enthaltenden Gummilösung durchtränkt und bestreicht, und dann gut trocknen lässt. Es darf die Gummilösung weder zu viel noch zu wenig Glycerin enthalten. Im ersteren Falle wird das durchtränkte Faserbündel nicht hart, im letzteren Falle wird es spröde beim Trocknen und zerbricht beim Versuche, Querschnitte daraus zu erzeugen. Das getrocknete Bündel wird zwischen zwei Korke gelegt und fest eingeklebt und gebunden. Nun kann man mit einem scharfen Rasirmesser beliebig dünne Querschnitte erzeugen, welche möglichst senkrecht zur Axe der Faser herausgeschnitten sein sollen.

Ein manchmal mit Vortheil angewendetes Reagens ist das Kupferoxydammoniak. Es kann auf verschiedene Weise bereitet werden. Eine einfache Methode besteht darin, dass man eine Lösung von Kupfervitriol (schwefelsaurem Kupferoxyd) mit Ammoniak versetzt. Der entstehende bläuliche Niederschlag wird auf einem Filter gesammelt, ausgewaschen und dann durch Pressen zwischen Fliesspapier von der überschüssigen Flüssigkeit möglichst befreit. Hierauf wird derselbe noch feucht in möglichst wenig concentrirtem Ammoniak aufgelöst. Die entstehende, heftig nach Ammoniak riechende dunkelblaue Flüssigkeit wird in einem gut schliessenden Fläschchen im Dunkeln aufbewahrt. Kupferoxydammoniak zersetzt sich im Lichte und durch Entweichen des Ammoniaks. Wenn es richtig dargestellt ist, so löst es trockene Baumwolle sofort auf. Fasern, die aus reiner Cellulose bestehen, oder welche vorher durch Behandlung mit Salpetersäure von dem Holzstoffe befreit sind, quellen in gutem Kupferoxydammoniak stark auf oder lösen sich darin. Stark verholzte Fasern quellen wenig oder nicht. Hingegen quellen schwach verholzte Fasern, wie z. B. der Hanf, stark in dem in Rede stehenden Reagenze.

Schliesslich sei noch hinzugefügt, dass für einzelne Fasern auch specifische Reagentien von Vincent u. A. angegeben wurden. So

färbt sich neuseeländischer Flachsf mit rauchender Salpetersäure roth, was bei Hanf nicht geschieht. Auch färben den Strohstoff im Papiere gewisse Theerproducte schmutzig violett u. s. w., Reactionen, die meiner Erfahrung nach sehr unzuverlässig sind.

6. Mikroskopie der wichtigeren technisch verwendeten Fasern.

A) Haarbildungen.

1. Baumwolle.¹⁾

Die Baumwollfaser ist bekanntlich ein einzelliges Haar, das auf den Baumwollsamem festsetzt und mit Hilfe der Egrainirmaschinen von denselben losgerissen wird. Es erscheint dieselbe unter dem Mikroskope daher stets an einem Ende abgerissen und nur mit einer natürlichen Spitze versehen.

Die Baumwollfaser ist an der Basis schmaler und in der Mitte am breitesten, wie z. B. aus folgenden Abmessungen hervorgeht, welche die successiven Durchmesser einer Baumwollfaser von *Gossypium arboreum* von der Basis bis zur Spitze in Mikromillimetern wiedergeben: 17, 25, 29, 25, 29, 21, 8.

Die Spitze ist sehr verschieden gestaltet: spitz kegelförmig, spatelförmig, abgerundet, kolbenförmig u. s. w. Meist ist sie sehr dickwandig.

Die Dimensionen wechseln ausserordentlich. Der Durchmesser von 12—42 mm und die mittlere Länge des Handelsproductes (Stapellänge) von etwa 10—40 mm.

Länge und Dicke sind nicht nur für die verschiedenen Baumwollstauden charakteristisch, sondern auch für die einzelnen Sorten des Handels, daher hier einige diesbezügliche Angaben folgen sollen. Baumwolle von:

Gossypium herbaceum hat einen grössten Durchmesser von 12—22 mm

»	barbadense	»	»	»	»	19—28	»
»	conglomeratum	»	»	»	»	17—27	»
»	acuminatum	»	»	»	»	20—30	»
»	arboreum	»	»	»	»	20—38	»
»	religiosum	»	»	»	»	26—40	»
»	flavidum	»	»	»	»	29—42	»

Die häufigste Maximalbreite ist für die genannten Arten besonders charakteristisch und beträgt für dieselben der Reihe nach 19, 25, 26, 29, 30, 33 und 38 mm.

Was die zahlreichen Sorten des Handels anbelangt, so sind ihre Dimensionsverhältnisse aus folgender Uebersicht zu erschen.

¹⁾ Wiesner, Mikr. Unters., pag. 9 ff.; Rohstoffe, p. 335 f.

Tabelle über die Dimensionen der wichtigsten Baumwollsorten des europäischen Handels.

Bezeichnung der Sorte	Stapel- länge mm	Dicke mm	Bezeichnung der Sorte	Stapel- länge mm	Dicke mm
A. Nordamerikan. Sorten.			Portorico (Westindien)	21-28	—
Sea Island (lange Georgia)	28-36	14	Guayanilla »	25-31	15
Louisiana	20-26	17	Cuba »	21-28	—
Alabama (Mobile)	18-25	17	C. Asiatische Sorten.		
Florida (Pensacola) . . .	18-25	18	Surate (Dollerah) (Ost- indien)	20-26	20
Kurze Georgia, Upland . .	17-25	19	Madras (Ostindien) . . .	20-26	28
New-Orleans	17-25	19	Bengal »	13-22	20
Tennessee	17-25	19	Persische	18-25	23
B. Mittel- und Süd-am. Sorten.			Nangking	—	25-40
Molinos (Mexico)	ungleich	ungleich	D. Afrikanische Sorten.		
Pernambuco (Brasilien) .	30-38	19	Maco (Jumel) Egypten .	27-36	15
Ceara »	23-30	21	Bourbon	20-27	15
Bahia »	27-36	18	E. Levantinische Sorten.		
Maragnan »	23-30	—	Smyrna (Kleinasien) . .	16-20	24
Surinam (Guyana)	25-30	—	Macedonien (Türkei) . .	15-20	24
Demerary »	23-32	19	F. Europäische Sorten.		
Berbice »	20-29	—	Motril (Spanien)	22-30	17
Cayenne »	20-36	19	Castellamare (Italien) .	18-22	19
Varinas (Columbia) . . .	20-27	—			
Barcelona »	22-29	—			
Cartagena »	20-27	19			
Lima und Payta (Peru) . .	23-29	—			
Haiti (Westindien)	21-28	15			

Die Stapellängen, nach den verschiedenen Gossypiumarten geordnet, sind durchschnittlich folgende:

Gossypium	barbadense (Sea Island)	4·05	cm
»	» Brasilien	4·00	»
»	» Egypten	3·89	»
»	vitifolium, Pernambuk	3·59	»
»	conglomeratum, Martinique	3·51	»
»	acuminatum, Indien	2·84	»
»	arboresum, Indien	2·50	»
»	herbaceum, Macedonien	1·82	»
»	» Bengalen	1·03	»

Die Wollfäden, welche einem Samen aufsitzen, sind nicht sämtlich von gleicher Länge. Der Same ist mehr oder weniger eiförmig gestaltet und zeigt die längsten Haare am breiten Ende, die kürzesten am schmalen. Zugleich ist aber der Same mit einer ganz kurzhaarigen (2—3 mm langen) meist gelb, braun oder schmutzig grün gefärbten

Grundwolle bedeckt, welche ganz dünnwandig und schwach ist. Die Grundwolle überzieht als gleichmässiger Haarfilz den ganzen Samen (bei *Gossypium flavidum*, *arboreum* und *hirsutum*) oder findet sich, wie bei *Gossypium conglomeratum* und *religiosum* bloss an der Spitze und Basis der Samen.



Fig. 1. Kurzes Stück eines Baumwollfadens in Kupferoxydammoniak angequollen. *cf* Cuticularfalten, *cr* Cuticularring, *ce* Cellulosebauch, *i* innere trockene protoplasmatische Auskleidung des bandförmigen Lumens, stark zusammengezogen und daher mit Querfalten versehen. Vergr. 340.

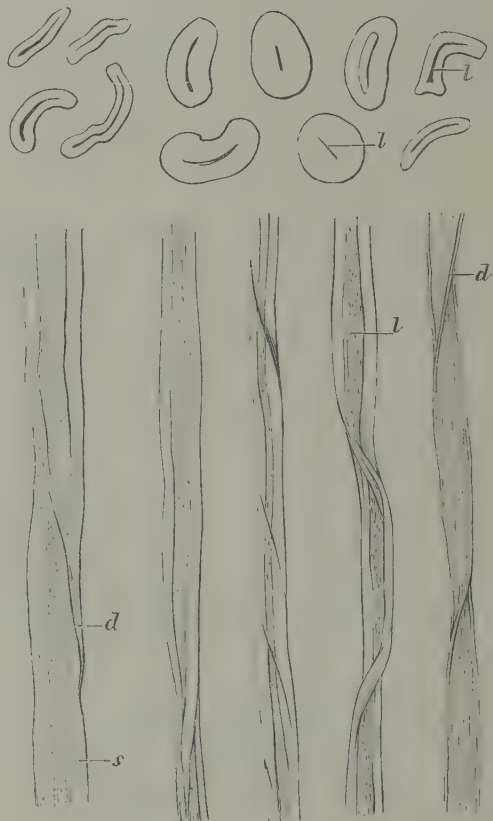


Fig. 2. Diverse Baumwollfäden und Querschnitte davon. *l* Lumen, *d* Drehungsstellen, *s* Rauigkeiten der Oberfläche der Cuticula. Vergr. 600 u. 340.

Das Aussehen (S. Fig. 2.) der Baumwolle ist im Mikroskop ein sehr verschiedenartiges. Manchmal erscheint dieselbe als ein breites, fein gekörnelttes Band, das häufig um seine Achse gedreht ist. In diesem Falle ist die Wandung relativ dünn, die Faser drei- bis viermal breiter als dick, und das Lumen drei- bis viermal breiter, als die Wandung.

Dies ist alles hauptsächlich bei den ordinären, groben Baumwollsorten der Fall (z. B. den indischen), deren Maximaldurchmesser 30 mm übersteigt. Bei den feineren, dünneren Sorten (z. B. den nord-

amerikanischen, egyptischen), besonders von *Gossypium barbadense*, erscheint die Faser wenig oder gar nicht zusammengedrückt, nur schwach seilförmig gedreht, relativ sehr dickwandig, so dass das Lumen nur ganz schmal aussieht. Dann erscheint die Faser mit glänzenden, wulstigen Rändern versehen. Oft sind solche Baumwollsorten auf lange Strecken hin fast cylindrisch und der Leinenfaser einigermassen ähnlich.

Das Lumen der Baumwolle ist nur klein, weil die Zellwände der Vorder- und Hinterseite der Faser fest aufeinander liegen.

Es ist theils mit Luft, theils mit einem höchst dünnen Häutchen von eingetrocknetem Protoplasma, dem Inhalte des lebenden Haares erfüllt. Dieses, wesentlich aus vertrockneten Eiweisskörpern bestehende Häutchen bleibt ebenso wie die Cuticula, welche die Baumwolle aussen überzieht, nach der Auflösung der Cellulose in Kupferoxydammoniak oder concentrirter Schwefelsäure zurück. Da sich hierbei der Faden um 40—60% verkürzt, so nimmt der Inhaltsrest eine eigenthümliche Structur an, er erhält Querstreifen, weil er gefältelt wird. In Folge des Anquellens der Wandungen um das 4—6fache zerreißt die nicht quellende Cuticula und hängt dann theils der stark gequollenen Faser in Form von schwer sichtbaren Fetzen an, oder wenn die Zerreißung, der Quere nach oder schief zur Längsaxe geschieht, so zieht sie sich zu auffallenden (senkrecht oder schief zur Axe des Fadens stehenden) Ringen zusammen, zwischen welchen die Cellulose zu kugeligen oder blasigen Gebilden, die höchst charakteristisch sind, anschwillt. (S. Fig. 1.)

Die Cuticula ist nicht immer in gleich deutlicher Weise zu sehen, weil sie dünner oder dicker, glatt oder körnig rauh sein kann. Am dünnsten und glattesten ist sie bei der Sea Island-Baumwolle (langen Georgia), welche von *Gossypium barbadense* stammt, während die dickfaserigen Baumwollsorten von *Gossypium flavidum*, *arboresum*, *herbaceum* und *religiosum* eine derbe, gekörnelt rauhe Cuticula besitzen, womit auch der Umstand zusammenhängt, dass die genannten Arten matte Sorten liefern.

Am auffallendsten erscheint die Körnelung der Cuticula bei der Betrachtung in der Luft. Die Streifen und sonstigen Strukturverhältnisse, welche man an der Baumwollfaser bemerkt, rühren hauptsächlich von der Cuticula her. Die Cellulosemembran zeigt keinerlei Tüpfel oder sonstige Structureigenthümlichkeiten.

An gut gebleichter Baumwollwaare (Zwirn, Kattun etc.) kann die Cuticula fast vollständig fehlen. Man findet sie dann auf weite Strecken hin gar nicht und treten die charakteristischen Quellungserscheinungen mit Kupferoxydammoniak dann auch nicht ein. Bezüglich dieser letzteren ist überhaupt zu bemerken, dass:

1. Nicht jedes Kupferoxydammoniak Baumwolle stark anquellen macht und schliesslich löst. Es muss ganz concentrirt und möglichst frisch zubereitet sein. Ich erhalte ein stets gut wirkendes Reagens durch Auflösen eines frischgefallten, gut ausgewaschenen und von der überschüssigen Flüssigkeit durch Pressen zwischen Filtrirpapier

befreiten Kupferoxydhydrates in möglichst wenig concentrirtem Ammoniak. Das Reagens muss in einer besonders gut schliessenden Flasche im Dunkeln aufbewahrt werden. (Das Nähere siehe oben p. 23.)

2. Flachs- und Hanf-Bastfasern sind in diesem Reagens nicht völlig löslich, sie quellen darin blos stark an und bieten dann häufig Formen, welche denen bei der Baumwolle sehr ähnlich sind.

3. Ist das Kupferoxydammoniak nicht genügend concentrirt, so treten die kugeligen Anschwellungsformen nicht auf, sondern quillt die Baumwollfaser nur gleichmässig auf.

In den meisten Sorten von Rohbaumwolle findet man hie und da auch Knötchen der sogenannten todten Baumwolle. Diese besteht aus Fäden, welche unreifen Samen oder Kapseln entstammen, ganz dünnwandig und schwach sind. Sie nehmen beim Färben das Pigment schlecht an und beeinträchtigen sehr den Werth einer Baumwollsorte.

Die Hauptunterschiede der Baumwolle von der Leinenfaser bestehen in der Drehung und Abplattung der Faser, in dem Vorhandensein der Cuticula, in der stumpfen Spitze, in dem Mangel von Verschiebungen und in der unregelmässigen Körnelung und Strichelung der Faser.

2. Pflanzendunen.

Unter den verschiedenartigsten Namen kommen im Handel die Samen- und Fruchthaare verschiedener Wollbäume (Bombaceen) vor; z. B. Pflanzendunen, *édredon végétal*, Ceibawolle, Bombaxwolle, *patte de lièvre*, Kapok. Sie dienen hauptsächlich statt Federn u. s. w. als Stopfmateriail, aber zum Theile auch als Ersatz von Baumwolle in Gespinnsten.

Folgende Arten kommen in Betracht und werden als Wolle liefernd betrachtet:¹⁾

1. Bombax Ceiba L. Im heissen Amerika.
2. B. heptaphyllum L. Ebenda.
3. B. malabaricum Roxb. Südasien und Afrika.
4. Cochlospermum Gossypium D. C. Indien.
5. Ochroma Lagopus Sw. Westindien.
6. Chorisia speciosa St. Hil. Südamerika.
7. Eriodendron anfractuosum D. C. = Bombax pentandrum L. Südasien.

Die mikroskopischen Eigenthümlichkeiten der Pflanzendunen sind folgende: Es sind einzellige Haare von konischer Gestalt. Nur sehr selten findet man eine Querwand. Die Basis der Haare ist manchmal etwas angeschwollen oder zusammengeschnürt, so dass die konische Gestalt nur selten deutlich wird. Die Länge ist 1—3 cm; der Querschnitt ist rund, also sind die Haare nicht wie die Baumwolle flach zusammengepresst. Der Inhalt ist Luft und ein eingetrocknetes Protoplasimahäutchen. Alle Pflanzendunen sind verholzt, quellen daher in Kupferoxydammoniak nur wenig an und sind mit

¹⁾ Wiesner, Mikrosk. Unters., p. 3.

einer dünnen, glatten Cuticula überzogen. Die Dicke schwankt zwischen 20 und 50 mm. Was die Unterscheidung der verschiedenen Arten der Pflanzendunen anlangt, so hat dieselbe nicht nur ihre Schwierigkeiten, sondern ist auch ohne jede besondere Bedeutung. Wieweit sie übrigens durchführbar ist, kann aus der Bestimmungstabelle der Pflanzendunen und Pflanzenseiden erschen werden.



Fig. 3. Pflanzendune von Bombax Ceiba. *b* Basis, *w* Wandung, *qu* Querschnitt. An der Basis eine netzförmige Verdickung. Vergr. 340.



Fig. 4. Pflanzendune von Ochroma Lagopus. *m* Mitte eines Fadens, *b* Basis, *s* Spitze, *l* Lumen, *q* Querschnitt, *w* Wandung. An der Basis keine netzförmige Verdickung. Vergr. 340.

Ich füge daher hier nur einige wenige Angaben bei:

1. Bombaxhaare von Bombax Ceiba (s. Fig. 3); Länge 1.0—1.5 cm; *B. malabaricum*, hat eine Wollfaserlänge von 1—2 cm und *B. heptaphyllum* von 2—3 cm. Letztere Faser ist überhaupt die längste und stärkste Pflanzendune und wird deshalb auch zum Verspinnen verwendet.¹⁾ Der Durchmesser der Bombaxwollenhaare schwankt von 19—43, meist 21—29 mm. An der Basis sind die Bombaxhaare

¹⁾ Muspratt's Chemie, II. Aufl., V. Bd., p. 132 (Artikel von Grothe).

sehr fein quer netzförmig verdickt, was deutlich meist erst bei stärkerer Vergrösserung sichtbar wird. Diese Haare sind nur schwach verholzt, Farbe meist licht, gelblich bis braun.

2. Die Wolle von *Eriodendron anfractuosum* = *Bombax pentandrum* ist von den vorigen *Bombax*wollen nicht mit voller Sicherheit zu trennen.

3. *Ochroma Lagopus* (patte de lièvre) hat Haare von 0·5 bis 1·5 cm Länge, welche in der Mitte dicker als an den Enden sind. Die Wanddicke ist erheblich, im Maximum 5—8 mm. Farbe dunkelbraun (s. Fig. 4).

Zu den Pflanzendunen im weiteren Sinne des Wortes gehört auch die Pulufaser, welche von den Stämmen von besonders auf den Sandwichinseln vorkommenden Farnbäumen (*Cibotium glaucum* Hook. et Arn., *Chamissoi* Kaulf., *Menziesii* Hook. und anderen Arten) herrührt. Es sind glänzend-goldbraune, sehr weiche, leicht zerreissliche Haare, welche bis circa 5 cm lang sind und aus einer Reihe von ganz flach bandartig zusammengepressten 4—600 μ langen Zellen bestehen, die meist 70—100 μ breit sind. Die Zellwände sind ganz dünn, unter dem Mikroskope goldgelb; die Querwände sind etwas dicker und stehen senkrecht auf den Längswänden. Der Inhalt ist Luft. Nur hie und da sieht man in einzelnen (meist farblosen) Fasern vereinzelte rundliche Stärkekörner. Die Faser wird nie verwoben und ist daher nur als Stopfmaterial zu finden.

3. Pflanzenseiden.

Hierunter werden die Samenhaare vieler (meist tropischer) Apocynen und Asclepiadeen verstanden, welche, fast weiss und stark glänzend, ein seidenartiges Aussehen besitzen und deshalb hie und da versuchsweise, jedoch ohne besonderen Erfolg, zu Geweben verwendet wurden.

Es giebt viele Arten von Pflanzenseiden, von welchen manche auch einige Festigkeit zeigen. Es liefern Pflanzenseiden von Asclepiadeen: *Asclepias curassavica* L. in Westindien; *Calotropis gigantea* R.Br. in Südasien und Afrika; *Marsdenia* sp. in Indien. Von Apocynen: *Beaumontia grandiflora* in Indien; *Strophantus* sp. am Senegal.

Die gemeinsamen Kennzeichen der echten Pflanzenseiden sind folgende: Sie sind 1—6 cm lang, seidenglänzend, weiss bis schwach gelblich oder röthlichgelb gefärbt, steif. Sie sind bis 80 mm (meist im Maximum 35—60 mm) dick; relativ dünnwandig; die Wandung zeigt innen 2—5 oft sehr auffallende, oft kaum bemerkliche, der Länge nach verlaufende, im Querschnitte halbkreisförmige bis ganz flache und dabei breite Verdickungsleisten.¹⁾ Deshalb erscheint die Wandung ungleichmässig verdickt. Wenn die Verdickungsleisten in Mehrzahl vorhanden sind, sind sie oft netzförmig anastomisirt.

¹⁾ v. Höhnelt, Beiträge zur techn. Rohstofflehre. Dingl. Polyt. Journ. 1884, Bd. 251, p. 275.

Diese Verdickungsleisten sind das mikroskopische Hauptkennzeichen der Pflanzenseiden und diese unterscheiden sich hiedurch wesentlich von den sonst oft sehr ähnlichen Pflanzendunen. Der Querschnitt der Fasern ist kreisrund. Die Wandung ist verholzt.

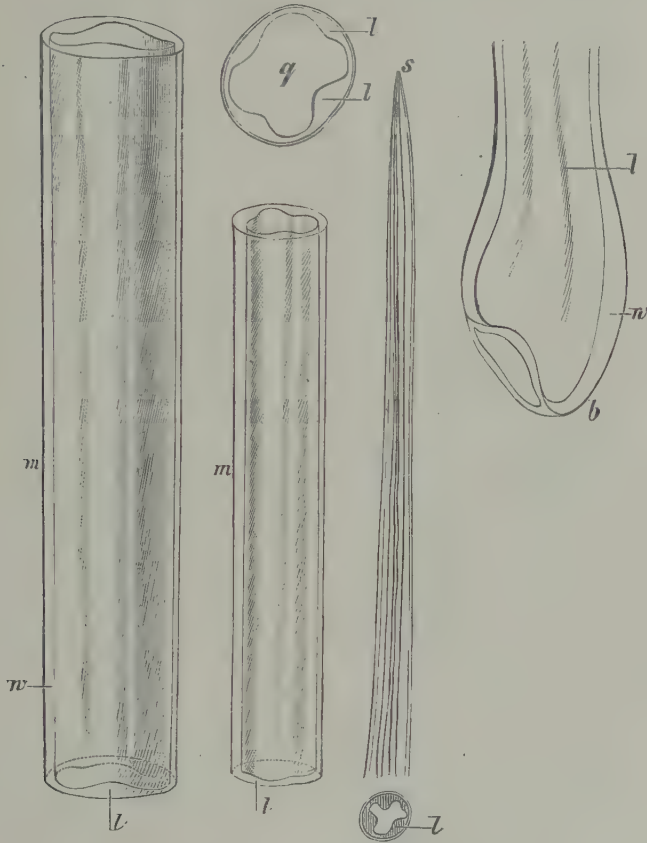


Fig. 5. Pflanzenseide von *Beaumontia grandiflora*.

- b* Basis,
- s* Spitze,
- q* Querschnitt,
- m* Mitte eines Haares,
- w* Wandung,
- l* Längsleisten. — Vergr. 340.

Wie man die wichtigsten Pflanzenseiden mikroskopisch von einander trennt, ist aus den beiden Bestimmungstabellen A und C weiter unten zu ersehen. Siehe auch die beistehenden Figuren 5 bis 7.

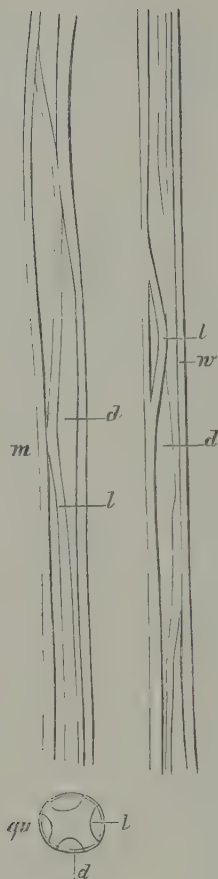


Fig. 6. Pflanzenseide von *Asclepias Cornutii* (syrische Seidenpflanze). *m* Mitte eines Fadens, *qu* Querschnitt, *l* Längsleisten, *d* dünne Stellen dazwischen, *w* Wandung. Vergr. 340.

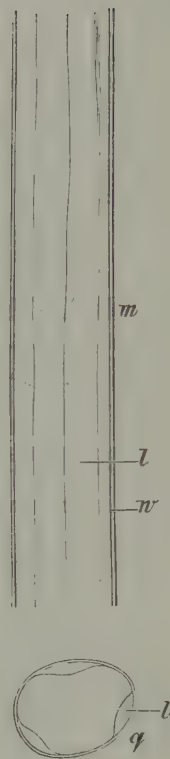


Fig. 7. Pflanzenseide von *Strophanthus* sp. *m* Mittlerer Theil eines Fadens, *q* Querschnitt, *w* Wandung, *l* Längsleisten. Vergr. 340.

4. Einheimische Wollhaare.

Pappelwolle (die Samenhaare der europäischen Pappelarten), Rohrkolbenwolle (Perigonhaare der Früchte von *Typha angustifolia* und *latifolia*), die Wolle der Wollgräser (*Eriophorum*-Arten) und andere Haare werden hie und da als Stopfmateriel verwendet.

Aus Rohrkolbenwolle soll man auch einen brauchbaren Filz erzeugen können.

Diese Stopfmaterielien sind schon makroskopisch leicht zu kennen und von verwandten Materialien zu unterscheiden. Ihre

mikroskopische Bestimmung ist mit der Tabelle A möglich. Ich führe hier im Folgenden nur einige charakteristische Merkmale an:

Pappelwolle von *Populus nigra*, 3·5 mm im Maximum lang und im Maximum 24 mm dick; die grösste Dicke ist an der Basis



Fig. 8. Wolle vom Wollgrase. *Eriophorum angustifolium* besteht aus zahlreichen Zellen *Z* mit dunklen Querwänden *qu*. Vergr. 90.

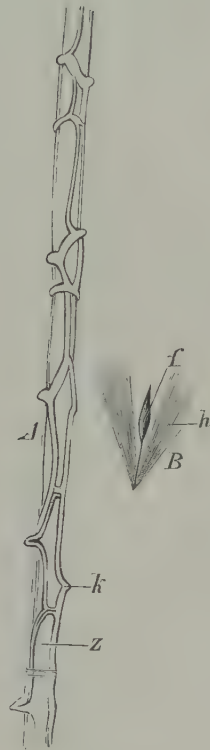


Fig. 9. Wolle vom Rohrkolben (*Typha angustifolia*). *B* reife Frucht *f* mit der Wolle *h*, *A* Stück eines Wollhaares aus Zellen *z* bestehend, mit derben Querwänden, die in Knoten und Leisten *k* vorspringen. Vergr. 340.

vorhanden. Besteht nur aus einer cylindrischen, dünnwandigen und schwach verholzten Zelle.

Die Rohrkolbenwolle besteht aus Früchtchen von 1·2 mm Länge und 330 mm Breite, an welchen ein 1 cm langer Stiel sitzt von 40 mm Breite, welcher ein Büschel Haare trägt. Diese bestehen aus wenigen Zellreihen, messen im Querschnitte 8—16 mm und setzen sich aus langgestreckten, ziemlich dünnwandigen Zellen

zusammen, welche im Mittel 120 mm lang und 10 mm breit sind. Die Zellwände springen namentlich gegen die Spitze der Haare zahnartig vor. Schwache Verholzung (s. Fig. 9).

Die Wollgrashaare, welche besonders von *Eriophorum angustifolium* und *latifolium* stammen, sind nicht oder nur sehr wenig verholzt und sitzen als Perigonhaare an der Basis der Früchtchen. Es sind Zotten, welche aus vielen Reihen von dünnwandigen Zellen bestehen, welche nach Pechlahner nur in zwei Lagen stehen, deren äussere Wandung sehr dünn ist und an der dicken inneren fest anliegt. Länge 2—4 cm, Breite 30—170 mm (s. Fig. 8).

B) Dicotyle Bastfasern und Baste.

5. Leinenfaser.

Die besten Flachssorten bestehen nur aus Bastfasern. Mindere Sorten zeigen noch Reste von Rindenparenchym, Oberhautzellen,

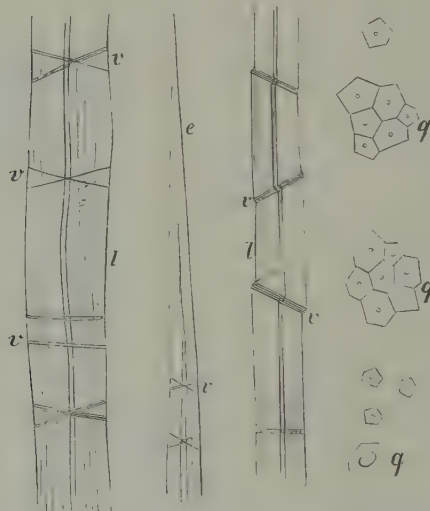


Fig. 10. Flachs-Faser. *l* Längsansichten; *v* Verschiebungen; *q* Querschnitte, *e* Spitze. Vergr. 200 u. 400.

Bastmarkstrahlen etc. Im Rohflachs kommen Gewebe aus dem ganzen Stengel vor.

Die Bastfaser des Leines besteht aus reiner Cellulose. Sie ist sehr gleichmässig dick und hat in der Mitte einen Durchmesser von 12—26, meist 15—17 mm (nach Vetillard von 15—37, meist 20—25 mm). Die Länge beträgt 4—66, meist 25—30 mm. Das Verhältniss von der Länge zum Durchmesser ist etwa 1200. Die Faser ist glatt oder längsstreifig, häufig mit queren Sprunglinien

und Verschiebungen versehen und daher wie gegliedert aussehend. Mit Chlorzinkjod behandelt, färben sich die Verschiebungen auffallend dunkler und treten dann noch deutlicher hervor. Porencanäle sind kaum zu bemerken. Nicht selten sind die Knoten (d. h. jene Stellen, wo sich eben die Verschiebungen befinden) ausgebaucht. Das Lumen erscheint als eine schmale, gelbe Linie. Es ist meist ganz mit Proto-

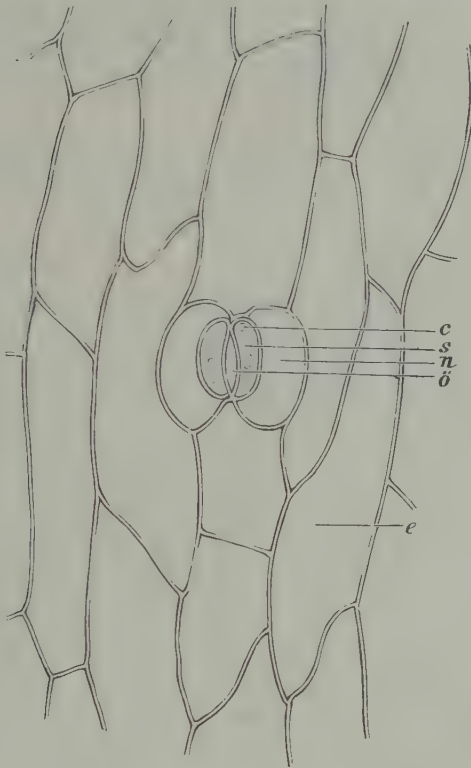


Fig. 11. Stück der Epidermis vom Flachsstengel. *e* Epidermiszellen, *n* Nebenzellen, *s* Spaltöffnungszellen, *ö* Spaltöffnung, *c* Chlorophyllkörner der Spaltöffnungszellen. Vergr. 340.

plasma erfüllt. Die natürlichen Enden sind scharfspitzig und meist weit ausgezogen.

Die Fasern des Flachses, welche dem untersten Theile des Stengels entnommen sind, sind denen des Hanfes sehr ähnlich. Sie haben einen ganz ähnlichen Querschnitt (von unregelmässiger Form, mit abgerundeten Ecken, die häufig sogar einspringen), ein grosses Lumen und relativ dünne Wandungen. Sie unterscheiden sich aber von den Hanffasern 1. dadurch, dass sie keine dichten Bündel bilden, sondern mehr vereinzelt dastehen; 2. dass der Querschnitt aussen nie

eine gelbe Mittellamelle oder Umrandung aufweist, wenn er mit Jod und Schwefelsäure behandelt wird; 3. durch die reine Cellulose-reaction; 4. durch den fast stets vorhandenen gelben, reichlichen Protoplasmainhalt, welcher den Hanffasern nur selten eigen ist; 5. durch die scharfspitzigen Enden.

Im Querschnitte sind die gewöhnlichen Leinenbastfasern auch höchst charakteristisch. Die Querschnitte stehen meist in nicht sehr zahlreichen Gruppen oder vereinzelt. Die einzelnen Querschnitte schliessen nicht fest aneinander, sind scharfeckig polygonal, ohne gelbe Umrandung (Mittellamelle) nach Behandlung mit Jod und Schwefelsäure. Das Lumen erscheint vermöge des Protoplasmainhaltes als gelber Punkt (s. Fig. 10).

Die Flachsfaser ist gänzlich unverholzt und quillt in Kupferoxydammoniak stark auf, ohne sich aber vollständig zu lösen.

6. Hanffaser (Fig. 12, 13).

Die Fasern des Hanfes sind sehr lang (5—55, meist 15—25 mm) und dabei von grosser Dünne (16—50, meist 22 μ), so dass das Verhältniss von der Länge zum Durchmesser etwa 1000 beträgt. Sie sind schwach verholzt, und färben sich mit Jod und Schwefelsäure blau, grünlich oder schmutzig gelb. Die Faser ist nicht so gleichmässig dick, wie die des Flachses, und oft hängen an derselben stark verholzte Fetzen der Mittellamelle. Verschiebungen, Längsrisse und Querspalten sind häufig. Das Lumen ist meist breit, und wird gegen die Spitze der Faser hin linienförmig; es zeigt fast nie einen Inhalt. Die Enden der Faser sind stumpf, sehr dickwandig, manchmal mit seitlichen Auszweigungen versehen. Die Querschnitte stehen immer in dichten Gruppen. Sie haben meist abgerundete Kanten und zeigen mit Jod und Schwefelsäure behandelt, eine gelbe Umrandung (Mittellamelle). Das Lumen erscheint im Querschnitte nicht punkt-, sondern linienförmig, und häufig auch verzweigt oder unregelmässig, ohne Inhalt. Auffallend ist die schöne Schichtung der Wandung, wobei sich die verschiedenen Schichten (Schalen) verschieden färben mit Jod und Schwefelsäure.

Zur Frage der Unterscheidung von Flachs- und Hanffaser.

Die Frage der Unterscheidung der Hanf- und Flachsfaser ist so wichtig in technisch-mikroskopischer Beziehung, dass ich mir nicht versagen kann hier des Näheren auf die kritischen Bemerkungen von C. Cramer einzugehen, der im Programm des Züricher Polytechnikums 1881 eine vortreffliche mikroskopische Untersuchung über dieselbe publicirt hat. 1. Dass die Länge und 2. die Dicke der in Frage stehenden Fasern zur Unterscheidung nicht verwerthet werden können, geht aus allen Messungen klar hervor: die Unterschiede sind so gering, dass sie nicht gut gebraucht werden können. Schon Vétillard fand Hanffasern von 50 und Flachsfasern von 37 μ Dicke und giebt für beide das gleiche Mittel an. Es kann also Cramers Angaben nur beigestimmt werden. Nachdem beide Fasern das gleiche

Mittel aufweisen, erscheint es nur ganz richtig, wenn Cramer angibt, auch Flachsfasern von 46 μ Breite gefunden zu haben. Hingegen ist es 3. sicher, dass ein constanter Unterschied in der Form der Enden besteht. Und dieser Unterschied genügt zur sicheren Trennung von Flachs und Hanf. Er wurde zuerst theilweise richtig von

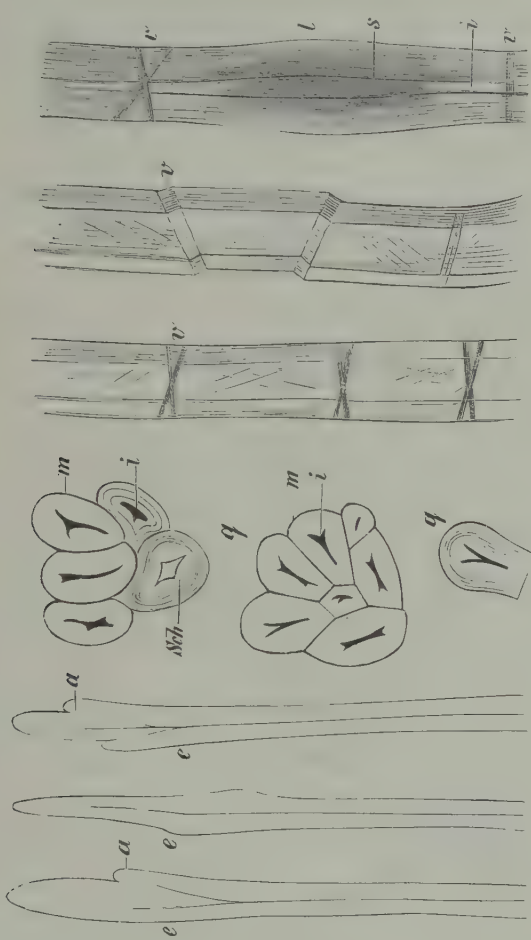


Fig. 12. Bastfaserzellen des Hanfes. *e* Spitzen, mit Abzweigungen *a*; *q* Querschnitte mit Mittel-lamellen *m*, Wandschichtung *sch*, Lumen *i*; Mitteltheile der Fasern *l*, mit Verschiebungen *v*, Streifungen *s*, Lumen *i*. Vergr. 325.

Schacht, später genauer von M. Vétillard erkannt. Von den übrigen Autoren wurden die Enden offenbar nicht untersucht, denn solche, wie sie in verschiedenen Werken abgebildet sind, existiren nicht (so z. B. die in allen Waarenkunden, Seubert, Allgem. Wkde. II. Aufl., II. Bd., p. 453; Muspratt-Kerl, Chemie, II. Aufl., V. Bd., p. 153 etc.). Diese Bilder sind einfach alle schlecht nach H. Schacht, die Prüfung der Gewebe durch das Mikroskop 1853, Tafel VI. Fig. 4 copirt, wo sie eben nicht richtig gezeichnet sind, während sie der Text richtiger

schildert. Auch das Bild von Wiesner, Technische Mikroskopie p. 110, Rohstoffe, p. 376, ist unrichtig. Ich behaupte, dass man fast jede einzelne Hanffaser an den Enden (s. die Angaben im Texte und die Figur 12) von jeder Flachsfaser unterscheiden kann. Hat man das richtige Macerationsstadium getroffen, so sind die Enden leicht in grösserer Zahl zu finden. Gewöhnlich macerirt man aber zu stark; da zerfallen die Fasern an den Verschiebungsstellen und es gelingt dann nicht, die natürlichen Enden unter den Bruchstücken zu finden. Die gabeligen Enden des Hanfes sind gar nicht so selten. Meine bisherigen Erfahrungen lehrten mich, dass unter 3—4 Enden sicher ein gabeliges sich findet, während ich beim Flachs nie etwas ähnliches gesehen habe. Der Grund, warum die gabeligen Enden so oft übersehen werden, liegt auch darin, dass die eine Zinke gewöhnlich viel kleiner ist, als die andere und oft ober oder unter der Faser liegt. Man muss daher die Faser drehen. Ich kann daher Cramer nicht beistimmen, wenn er den Enden keine Bedeutung in wichtigen Fällen beimisst. Sein Argument, dass er bei 150—400facher Vergrösserung arbeitet, stimmt bei mir nicht, weil ich die Enden bei 20—30facher Vergrösserung erst suche und dann die gefundenen bei 3—400facher Vergrösserung betrachte und untersuche. Wenn man die Enden bei 150—400facher Vergrösserung sucht, hat man allerdings enorme, kaum überwindliche Schwierigkeiten. Ebenso muss ich Cramer bezüglich der Querschnittsform widersprechen, denn obwohl ich ganz wohl weiss, dass hier Variationen vorkommen, so überzeugt man sich doch leicht davon, dass beide Fasern ganz gut am Querschnitte unterschieden werden können. Denn der Flachs zeigt weitaus vorherrschend die oben beschriebene isodiametrische, scharfeckig polygonale Querschnittsform, mit punktförmigem Lumen, und andererseits der Hanf die entgegengesetzte Form, so dass mir die Querschnittsform stets als ein guter Anhaltspunkt galt. Dass nicht jede einzelne Faser die normale Form aufweist, ist von vornherein verständlich und zu erwarten. 5. Auf die Weite des Lumens lege ich, Cramer beipflichtend, entgegen Wiesner, keinen besonderen Werth, wie schon aus den Beschreibungen hervorgeht. Auch was 6. die Schichtenbildung anlangt, welche nach allen älteren Autoren (ich füge bei: auch nach M. Vétillard, Berthold und meinen Befunden) beim Hanf deutlicher ist als beim Flachse, bin ich mit Cramer der Meinung, dass die Unterschiede zu gering sind, um als Criterium zu dienen. Doch sind hier zwei Umstände zu beachten, die Cramer unbekannt waren. Dass nämlich durch Einwirkung der Vétillard'schen, von mir vielfältig erprobten Reagentien (siehe oben pag. 21) am Querschnitte nicht nur in den inneren Schichten brauchbare Unterschiede deutlich werden, sondern auch beim Hanf die gelbe Aussenschichte (Mittellamelle) sichtbar wird, die beim Flachse stets fehlt.

Was Cramer unter 8. über das Verhalten gegen die gewöhnlichen Cellulose- oder Holzstoffreagentien sagt, steht im besten Einklange mit dem von mir in Dingler's Polyt. Journ., Band 251,

p. 273, Gesagten: Dass man nämlich, wenn man keine Rücksicht auf die Concentration der Reagentien nimmt, alle möglichen Farben z. B. mit Jod und Schwefelsäure erhält. Man muss also jene ganz bestimmten Reagentien, die oben im Texte angegeben sind, anwenden und erhält dann auch stets bestimmte Reactionen bei Hanf und Flachs, sowohl im Längsschnitte als auch im Querschnitte, die zur Unterscheidung führen.

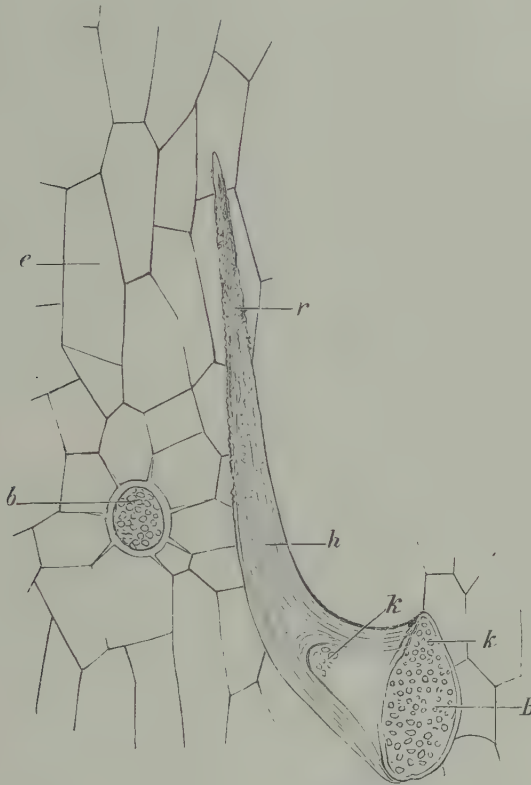


Fig. 13. Stück der Epidermis des Hanfstengels. *e* Epidermiszellen, *b* Basis eines abgebrochenen Haares, *B* Basis des Haares *h*, mit Körnerinhalt *K* und warzigrauer Spitze *r*. Vergr. 340.

Es ist daher meiner Ansicht nach — im Gegensatze zu Cramer's Standpunkt an obiger Literaturstelle — ganz wohl möglich, mit voller Bestimmtheit und Sicherheit die reine Flachsfaser von der reinen Hanffaser mikroskopisch zu unterscheiden.

Wenn nun aber neben den Bastfasern in den Untersuchungsobjecten noch andere Gewebe aus den Stammpflanzen vorkommen, welche wenigstens bestätigende Anhaltspunkte zu geben im

Stande sind, so ist es selbstverständlich, dass man diese nicht verschmähen wird.

Für minder geübte Mikroskopiker mögen diese letzteren als in manchen Fällen leichter zu eruiren und zu erkennen wichtiger als die den Fasern selbst entlehnten sein. Ich gebe daher im Folgenden im Wesentlichen nach Cramer einige diesbezügliche Notizen und die zwei Originalfiguren 11 und 13.

Das Parenchym, welches die Bastfasern des Hanfes umgiebt, ist reich an morgensternförmigen (d. h. rundlich-stacheligen) Krystalldrusen von oxalsaurem Kalke, was beim Lein nicht der Fall ist. Ferner finden sich zwischen den Fasern, sowie innerhalb des Bastes zahlreiche, langgestreckte Zellen mit auffallendem rothbraunem Inhalte der in den gewöhnlichen Lösungsmitteln unlöslich ist (so in Kalilauge, Alkohol, Aether, Benzin, Schwefelsäure etc.). Auch diese Farbstoff- (Gerbstoff-?) Zellen fehlen dem Flachs. Endlich ist drittens auch die Epidermis vom Hanfe ganz anders beschaffen, als die vom Flachse.

Die Hanfepidermis besteht aus viel kleineren Zellen, zwischen welchen nur sehr spärliche Spaltöffnungen sich finden (auf 1 qcm ungefähr 12 in Mittel); sie werden nur von zwei sichelförmigen Schliesszellen begrenzt und stehen auf einem halbkugeligen Wärtchen der Epidermis. Endlich finden sich auf der Hanfepidermis einzellige, gebogene, stark verdickte Haare. Bei der Leinepidermis kommen auf 1 qcm gegen 3000 Spaltöffnungen, welche je zwei Paare von sichelförmigen Schliesszellen aufweisen.

Die Spaltöffnungen des Leines liegen auch nicht auf einer Erhöhung, sondern im gleichen Niveau mit den übrigen Zellen der Epidermis. Ferner weist die Leinepidermis gar keine Haare auf, und sind die Zellen derselben grösser als beim Hanf.

Diese Verhältnisse sind aus den Figuren 11 und 13 gut zu entnehmen, welche beide bei 340facher Vergrösserung gezeichnet, zugleich den bedeutenden Grössenunterschied zwischen den Epidermiszellen vom Hanf- oder Flachsstengel zeigen. Die Hanföberhautzellen messen durchschnittlich 70 μ in der Länge und 20 μ in der Breite. Die von Flachs sind hingegen etwa 140 μ lang und 30 μ breit.

7. Nessel-faser (von *Urtica dioica*).

Die Fasern sind 4—55, meist 25—30 mm lang und 20—70, meist 50 mm breit. Das Verhältniss von der Länge zur Breite beträgt durchschnittlich 550. Die Faser färbt sich mit Jod und Schwefelsäure blau oder violett. Sie ist sehr unregelmässig gebaut, ungleichförmig gestreift, gefaltet und zum Theile bandförmig. Das Lumen ist breit und enthält häufig eine gelbe Inhaltsmasse. Die Enden sind ausgezogen, abgerundet, manchmal quer abgeschnitten oder gabelförmig getheilt.

Die Querschnitte sind oval, abgeplattet oder sogar mit einspringenden Wandungen versehen. Diese sind dünn und ausgesprochen geschichtet. Die inneren Verdickungsschichten sind manchmal radial gestreift.

8. Chinagras (Ramié).¹⁾

Die Chinagras- oder Ramié-Faser (Ramié ist der malayische Name für Chinagras) ist durch die besondere Grösse ihrer Bastfasern ausgezeichnet. Diese sind 60—250, meist 120 mm lang und bis 80,

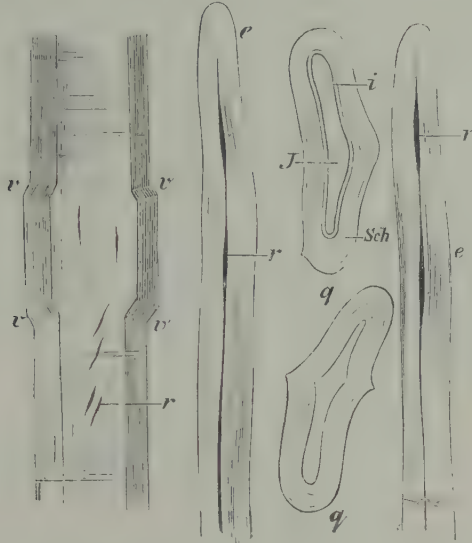


Fig. 14. Chinagrasbastfaser. *q* Querschnitte mit Innenschichte der Wandung bei *i*, Lumen bei *J*, Schichtung bei *sch*, *l* Mitteltheil der Faser mit Verschiebungen *v*, Spalten in der Wandung bei *r*, stumpfe Spitzen *e*, mit Spalten bei *r* und fadenförmigem Lumen. Vergr. 340.

meist 50 mm breit. Das Verhältniss der Länge zur Breite ist 2400 im Mittel. Die Faser besteht ganz aus reiner Cellulose, ist manchmal

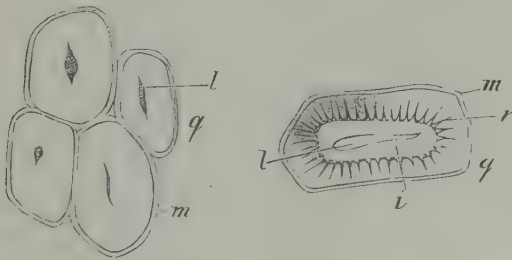


Fig. 15. Querschnitte durch die Roabastfaser von *Pipturus argenteus*, mit Aussen- und Innenschichte *m* und *i*, Spalten *r* der Wandung, Lumen *l*. Vergr. 325.

¹⁾ Beide diese Namen bezeichnen dieselbe Faser. Es giebt keine Ramié-Faser, welche vom Chinagras verschieden wäre. Vergleiche dagegen Wiesner's Rohstoffe, pag. 386 ff.

auffallend breit und überhaupt sehr ungleichmässig im Längsverlaufe. Verschiebungen, Längsstreifen, Längs- und Querspalten sind häufig. Das Lumen ist sehr breit und deutlich sichtbar. Die Enden, welche wegen der Länge der Faserelemente schwer zu finden sind, haben eine dickwandige abgerundete Spitze und ein linienförmiges Lumen. Die Querschnitte stehen immer vereinzelt oder in wenig zahlreichen Gruppen, bei welchen der Zusammenhang nur ein loser ist. Sie sind sehr gross, meist länglich und flach zusammengedrückt, aber doch mit offenem Lumen, das manchmal körnigen Inhalt führt. Schichtung im Querschnitte oft auffallend. Die Faser ist an den breiten Stellen bandartig flach, aber nicht gedreht. (S. Fig. 14.)

Nahe verwandt und makroskopisch höchst ähnlich ist die Roafaser von *Pipturus argenteus* (Urticeen). Im Längsverlaufe und in den Dimensionsverhältnissen ist diese Faser vom Chinagrass kaum zu unterscheiden. Sie zeigt aber manchmal am Querschnitte eine grünlich gefärbte äussere Lamelle und häufig eine sehr schöne Radialstreifung in der Wandung, welche im Uebrigen aus reiner Cellulose besteht. (S. Fig. 15.)

9. Sunnfaser (Fig. 16).

Diese ostindische Faser von der Papilionacee *Crotalaria juncea* ist der Hanffaser makro- und mikroskopisch höchst ähnlich. Die

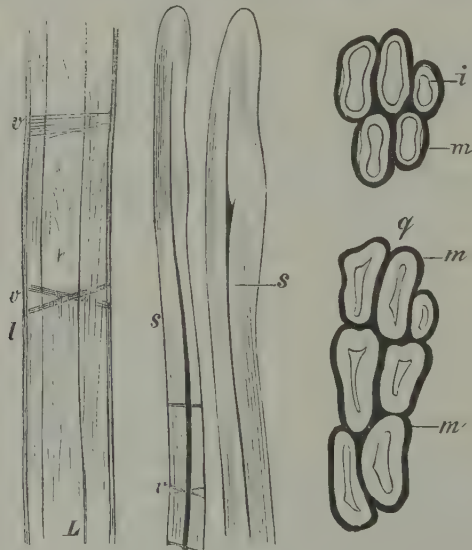


Fig. 16. Bastfaser der Sunnpflanze (*Crotalaria juncea*). *l* Längsansicht des Mitteltheiles, mit Verschiebungen *v*, Lumen *L*, *s* Spitzen, *q* Querschnitte, *m* Aussen- *i* Innenschichte der Membran. Vergr. 325.

Dimensionsverhältnisse sind: 4—12, meist 7—8 mm lang und 25—50, meist 30 mm breit; Verhältniss von Länge zur Breite 260. In der

Längsansicht ist die Sunnfaser vom Hanf nicht zu unterscheiden. Die wesentlichen Unterschiede beruhen auf dem Querschnitte, wo sich zeigt, dass die verholzten äusseren Membranschichten oft so breit oder breiter als die inneren, nicht verholzten Schichten sind; diese letzteren lösen sich, besonders dann, wenn sie dünn sind, von der äusseren häufig stellenweise ab; das Lumen ist im Querschnitte fast nie schmal spalten- oder linienförmig, wie beim Hanf, sondern breit, oval oder länglich, manchmal mit gelbem Inhalt, der beim Hanf fehlt.

10. Jute (Fig. 17).

Selbst die rohe Jute des Handels besteht fast nur aus Bastfasern. Diese sind höchst charakteristisch gebaut und 1·5—5 mm, meist



Fig 17. Jutefaser. *e* Spitzen mit runden Enden und weitem Lumen *L*, *l* Längsabschnitte mit Verengerungen des Lumens bei *v*, *q* Querschnitte mit schmalen Mittellamellen *m* und knotenartigen Verdickungen an den Stellen, wo je drei Fasern zusammenstossen. Vergr. 325.

2 mm lang und 20—25, meist 22·5 mmm breit. Das mittlere Verhältniss von der Länge zur Breite beträgt 90. Es sind daher die Jutefasern relativ kurz.

Die Jute ist stark verholzt. Die Querschnitte stehen immer in Gruppen, sind polygonal, scharfkantig und haben eine schmale Mittellamelle, die sich mit Jod und Schwefelsäure kaum dunkler färbt, als die inneren Verdickungsschichten; das Lumen ist fast so breit oder breiter als die Wandung, im Querschnitt rundlich oder oval. Es zeigt hie und da auffallende Verengerungen. Die Enden der Fasern sind weitlumig, relativ dünnwandig, selten stärker verdickt.

Im Längsverlaufe erscheinen die Fasern glatt, zeigen keine Verschiebungen und keine Streifung.

11. Gambohanf (Fig. 18).

Diese Faser Ostindiens stammt von mehreren Hibiscusarten, besonders *Hibiscus cannabinus*, und ist der Jute mikroskopisch sehr

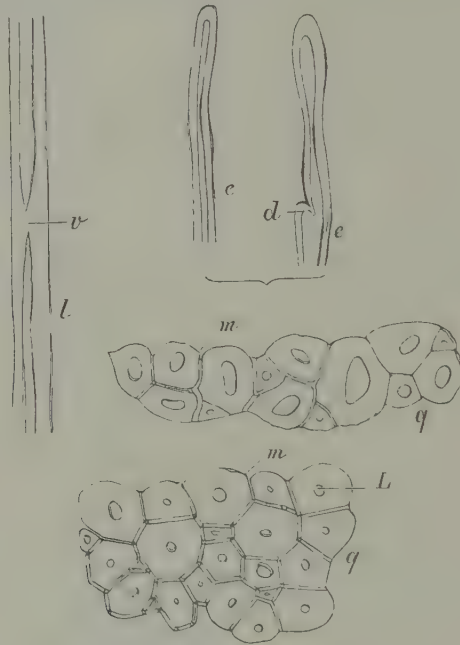


Fig. 18. Gambohanf von *Hibiscus cannabinus*. *e* Enden mit stumpfen Spitzen und weitem Lumen, *d* Seitenzweig, *l* Längsabschnitt mit stellenweise *v* verschwindendem Lumen. *q* Querschnitte mit kleinem Lumen *L* und dicken Mittellamellen *m*. Vergr. 325.

ähnlich, nicht nur in den Dimensionen, sondern auch im Baue. Die Länge der Faser schwankt von 2—6 mm und beträgt meist 5 mm; die Dicke von 14—33 mm und ist meist 21 mm. Es existirt also nur ein Unterschied in der mittleren Länge. Die histologischen Unterschiede der Faser sind folgende: Die Mittellamelle ist breit und färbt sich mit Jod und Schwefelsäure auffallend dunkler als die inneren Wandschichten. Die Verengerungen des Lumens sind oft noch stärker als bei der Jute, so dass dasselbe stellenweise unterbrochen wird. Die stumpfen Enden der Fasern sind dickwandig.

12. Abelmoschus- und Urenafaser (Fig. 19 u. 20).

Diese beiden ostindischen Fasern, welche die Namen Raibhendá, respective Tupkhadia führen und von den Malvaceen Abelmoschus

tetraphyllos und *Urena sinuata* stammen, sind nicht selten in der Jute zu finden, mit der sie eine grosse Aehnlichkeit besitzen, welche sie aber an Werth und Brauchbarkeit nicht erreichen.

Die Abelmoschusfaser, welche auch makroskopisch der Jute höchst ähnlich ist, unterscheidet sich von der Jute unter dem Mikroskope nur durch das Lumen, das in der Regel bedeutend schmaler als die Wandung ist, und durch die manchmal stark verdickten Enden.

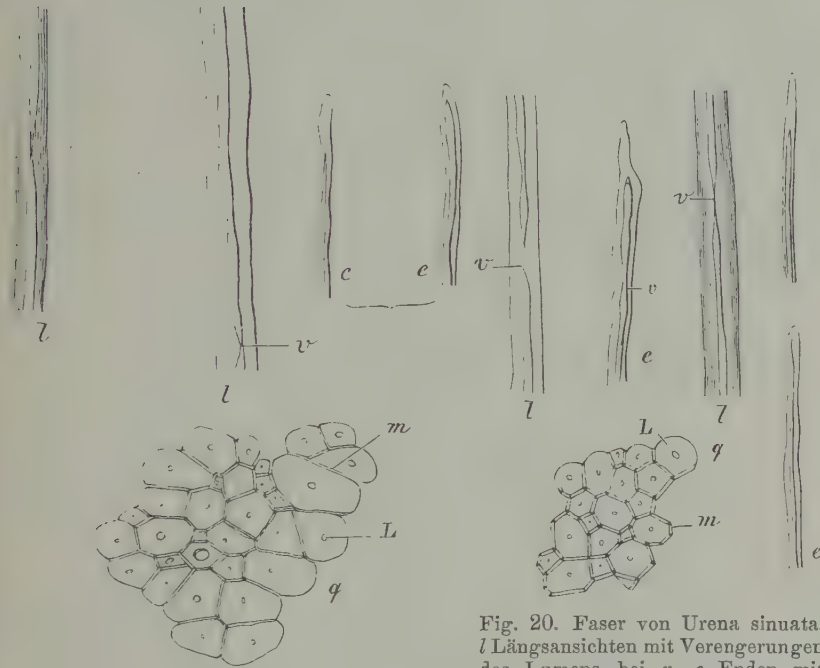


Fig. 19. Abelmoschus-Faser. *l* Längsansichten, *e* Enden, *q* Querschnitt, *m* dünne Mittellamelle, *L* sehr kleines Lumen, *v* Verengerungen desselben. Vergr. 325.

Fig. 20. Faser von *Urena sinuata*. *l* Längsansichten mit Verengerungen des Lumens bei *v*, *e* Enden mit sehr verdickter Wandung an der Spitze, Querschnitt *q* mit dicken Mittellamellen *m* und kleinem Lumen *L*. Vergr. 325.

Die Urenafaser ist wieder von der Abelmoschusfaser und der Jute nur durch die auffallend breite Mittellamelle, welche sich (wie bei der Hibiscusfaser) mit Jod und Schwefelsäure dunkler als die übrige Zellwand färbt und durch das noch schmalere Lumen verschieden. Bei beiden Fasern charakteristisch ist das stete Vorkommen von Krystallschläuchen, welche der Jute fehlen.

13. Hopfenfaser.

Die Hopfenfaser, welche für die Papierfabrikation eine steigende Bedeutung erhält, besteht aus Elementen von 4—19, meist 10 mm

Länge und 12—26, meist 16 mm Breite. Die Bastfasern bestehen aus reiner Cellulose. Sie sind gleichförmig dick, und zeigen zweierlei Formen: Dünne, sehr dickwandige Fasern mit linienförmigem Lumen, das nur dann deutlich ist, wenn es etwas Inhalt führt, und mit lang ausgezogenen scharfen Spitzen, ferner flache, bandförmige Fasern mit breiten, abgerundeten Spitzen und grossem Lumen. Im Querschnitte tritt das zarte Netz der Mittellamelle deutlich hervor, in dessen gelben Maschen die blauen, kleinen Querschnitte (welche in ihren Dimensionen sehr gleichmässig sind) locker eingeschlossen sind. Oft sind auch einzelne Netzmaschen leer. Die Formen der Querschnitte haben mit denen des Hanfes einige Aehnlichkeit, aber die Lumina sind fast stets offen und mit gelber körniger Substanz erfüllt. Auch sind die Schichten in der Wandung wenig zahlreich und undeutlich zu sehen.

14. Papiermaulbeerbaumfaser (Fig. 21).

Die Faser von *Broussonetia (Morus) papyrifera* wird in China und Japan zur Papierfabrikation und Herstellung von Geweben, und



Fig. 21. Papier-Faserstoff vom Papiermaulbeerbaum (*Broussonetia papyrifera*), *q* Querschnitte mit der Hüllmembran *h*, *m* Milchröhre mit coagulirtem Inhalte *i*, Bastparenchym *pa*, Oxalatkrystalle *kr*, Bastfasern *f*, mit Hülle *h*, Verschiebungen *v*, Lumen *l*, Drehungsstellen *d*. Vergr. 340.

in Europa zur Bereitung fester Papiere verwendet. Sie ist daher in solchen nicht selten zu finden. Die Fasern sind für Papierzwecke sehr lang, nämlich meist 6—15, doch auch bis 25 mm und dabei nur 25 bis 35 mm dick. Man kann zweierlei Fasern unterscheiden, dicke und dünne. Sie sind theils dickwandig, glatt oder gestreift, mit sehr schönen Verschiebungen, theils manchmal bandförmig flach. Das Lumen ist bei den ersteren in der Längsansicht schwer zu sehen und enthält, namentlich in der Nähe der Spitzen der Faser, hier und da etwas gelben Inhalt. Bei den bandförmigen Fasern sind die Enden breit und abgerundet, bei den dickwandigen schmälereu hingegen scharf spitzig.

Auch die Querschnitte der Faserbündel sind natürlich zweierlei Art. Die einen bestehen aus wenigen, sehr dickwandigen Schnitten, von polygonaler Gestalt mit abgestumpften Ecken oder mit einspringenden Winkeln und abgerundeter Contour. Die anderen sind sehr gross und dabei aus vielen einzelnen Querschnitten von geringer Grösse und mit abgerundeter oder unregelmässiger Form zusammengesetzt. Alle Schnitte zeigen die aus reiner Cellulose bestehenden Fasern in einem gelben, von der Mittellamelle gebildeten Netze eingeschlossen, welches den einzelnen Schnitten nur wenig anhaftet. Daher sind einzelne Maschen oft leer.

Die aus dem Mittellamellenetze herausgefallenen Querschnitte sind denen der Baumwolle ähnlich, aber mit schöner Schichtenstructur versehen, welche der Baumwolle völlig fehlt. Häufig zeigen die Querschnitte Inhaltsmassen. Den Fasern haften häufig kleine prismatische Kalkoxalatkrystalle an. Die Fasern erscheinen im Längsverlaufe häufig von einer lockeren dünnwandigen Scheide eingeschlossen.

15. Ginsterfaser.

Die für die Papierfabrikation sehr taugliche Faser des Besenginsters (*Sarothamnus vulgaris*) zeigt nach Vétillard folgende mikroskopische Kennzeichen. Die Bastfasern sind 2—9, meist 5—6 mm lang und 10—25, meist 15 mm breit. Das Verhältniss der Länge zur Breite ist meist 330. Die Fasern färben sich mit Jod und Schwefelsäure blau, violett oder gelblich, sind kurz, gestreift, voll und rund, von geringem und sehr gleichmässigem Durchmesser. Das Lumen ist fein linienförmig. Die vorhandene, sich gelb färbende Mittellamelle erstreckt sich oft über die Spitze hinaus, welche meist abgerundet, gelappt oder gegabelt ist.

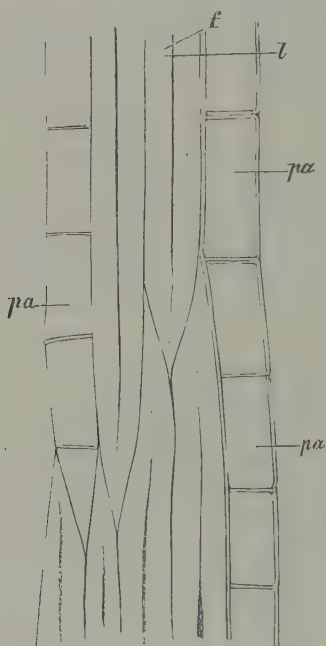
Die Querschnitte liegen in einem dicken Mittellamellenetz und sind klein und blau (mit Jod und Schwefelsäure). Man kann zweierlei Querschnitte unterscheiden. Die einen haben ein kleines punkt- oder kurzstrichförmiges Lumen mit oder ohne Inhalt (gelb, körnig), sind polygonal, scharfeckig, mit deutlichen Schichten, die wenig zahlreich, aber gut sichtbar sind; dabei sind die äusseren Schichten oft etwas verholzt; die anderen Querschnitte sind wie die vom Hanf unregelmässig, aber kleiner und färben sich weniger dunkel als die oben beschriebenen; das Lumen ist linienförmig oder offen, manchmal mit Inhalt versehen.

16. Daphnefaser.

Diese Faser von *Lagetta linearia* erscheint, ihren Eigenschaften nach, als vorzüglich zur Papierfabrikation geeignet. Die Pflanze heisst deshalb in ihrer Heimat Ostindien auch Nepal paper plant. Ihre Mikroskopie ist folgende:¹⁾ Sie ist ganz verholzt, 3—6, meist 5 mm lang und 10—20 mm dick. Das Verhältniss der Länge zur Dicke ist circa 500.

Die Fasern sind sehr fein, voll, stark verdickt, glatt; viele sind in der Mitte sehr dick und verschmälern sich plötzlich gegen die lang ausgezogenen Spitzen, welche aber abgerundet sind. Verschiebungen sind häufig und dabei die Verschiebungsstellen etwas angeschwollen. Die Querschnitte der Fasern sind abgerundet, und im Ganzen denen der Baumwolle ähnlich. Das Lumen ist verlängert, linienförmig und leer.

17. Lindenbast (Fig. 22).



Die Fasern des Lindenbastes sind ganz verholzt, 1.25—5, meist 2 mm lang und 14—20, meist 16 mm breit. Das Verhältniss von Länge zu Dicke ist circa 125. In der Längsansicht erscheinen die Fasern kurz, dünn, steif und voll; die Spitzen sind scharf oder unregelmässig.

Die meist sehr kleinen Querschnitte sind polygonal, mit geraden Seiten und spitzen Winkeln, zu festen Gruppen verbunden durch ein mit Jod und Schwefelsäure behandelt dunkelgelbes Mittellamellen-netz, das sie ganz ausfüllen. Das Lumen ist punktförmig oder grösser.

Bezüglich anderer Bastfasern und Bastarten, zumeist vorläufig ohne nennenswerthe technische Bedeutung, verweise ich auf die Beschreibungen von J. Wiesner, Rohstoffe, p. 406 ff., wo noch beschrieben sind die Baste von: *Bauhinia racemosa* Lam. (Maloo Aptâ); *Thespesia Lampas* Dulz. (Râu bhend); *Cordia latifolia* Roxb. (Shelti);

Fig. 22. Stück Lindenbast. *pa* Parenchym, *f* Fasern, *l* Lumen derselben, *q* Querschnitte. Vergr. 340.

¹⁾ S. Vétillard, *Fibres textiles* p. 170 ff.

Sterculia villosa Roxb. (Udali); *Holoptelea integrifolia* Planch. (Wawla); *Kydia calycina* Roxb. (Warang); *Lasiosyphon speciosus* Den. (Rameta) und *Sponia Wightii* Planch. (Chitrang).¹⁾ Ferner ist auch *M. Vétillard* zu erwähnen, der noch die Fasern und Baste von *Spartium junceum*, *Melilotus alba* und *Salix alba* beschreibt.

C) Monocotyle Fasern.²⁾

18. Neuseeländischer Flachs (Fig. 23).

Die Faser aus dem Blatte von *Phormium tenax* besteht aus dünnen Sklerenchymfasern von 5—15 meist 8—10 mm Länge und

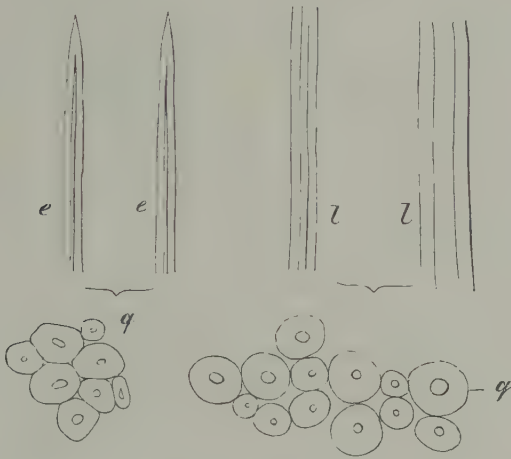


Fig. 23. Neuseeländischer Flachs. *e* Spitzen, *l* Längsstücke, *q* Querschnitte. Vergr. 325.

10—20, meist 16 mm Dicke. Das Verhältniss von Länge zu Dicke ist 550. Sie sind gleichmässig verdickt, das Lumen ist meist schmaler als die Wandung. Auch ist das Lumen gleichmässig breit. Streifungen und Verschiebungen fehlen. Die Enden sind scharf spitzig. Die kleinen Querschnitte schliessen entweder polygonal aneinander, oder aber sie sind fast rund und von einander mehr oder weniger getrennt. Die Ecken sind stets etwas abgerundet. Das Lumen ist im Querschnitte rundlich oder oval, inhaltslos. Die Mittellamelle ist nicht zu sehen und sind die Fasern vollständig verholzt. Gefässe sind nicht häufig. Die Rohfaser färbt sich nach Barreswille u. A. mit rauchender Salpetersäure roth. Die gereinigte Faser thut dies aber nicht und auch die Rohfaser nicht stets.

Die reine Faser ist vom Aloëhanf und von der Sanseveriafaser oft kaum zu unterscheiden. Wenn die Querschnitte rundlich sind und

¹⁾ Siehe auch J. Wiesner, *Mikroskop.* Unters. 1872, p. 24 ff.

²⁾ Diese führen fast stets Gefässe neben Fasern. (S. übrigen Manilahanf.)

getrennt, so obwaltet kein Zweifel. Oft findet man aber polygonale, welche denen der beiden obgenannten Fasern sehr ähnlich sind. Im Ganzen ist aber die Sklerenchymfaser des neuseeländischen Flachses derbwandiger und das Lumen mehr rundlich. (Siehe auch die Bestimmungstabellen pag. 62 und pag. 67.)

An der Rohfaser haften häufig glänzende, derbe Epidermisstückchen mit Spaltöffnungen. Die Gefässe sind meist sehr spärlich.

19. Manilahanf (Fig. 24).

Abaca, Plantainfibre, Siamhemp, white rope etc. genannt, von *Musa textilis* (Philippinen).

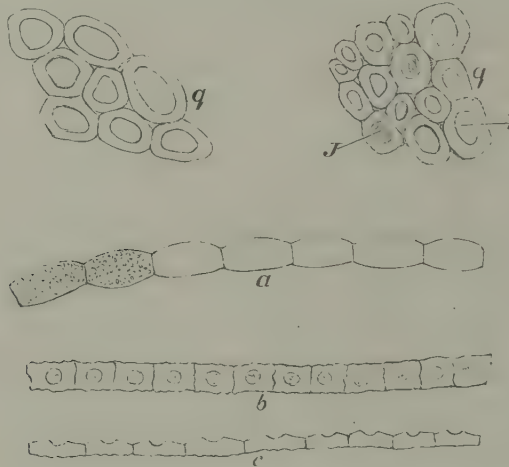
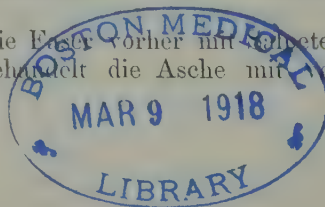


Fig. 24. Manilahanf. *q* Querschnitte, *l* Lumen ohne, *J* Lumen mit Inhalt, *a* Kiesel-skelett der Stegmata, *b* Reihe Stegmata, Flächenansicht, *c* dasselbe, Seitenansicht. Vergr. 325.

Die Fasern sind ganz verholzt, 3—12, meist 6 mm lang, und 16—32, meist 24 mm dick. Das Verhältniss der Länge zum Durchmesser beträgt 250.

Gefässe findet man im Manilahanf nur selten. Die Fasern sind gleichmässig dick, glatt, mit geringer Wandstärke. Das Lumen ist gross und deutlich. Streifung nicht vorhanden. Die meist einen halbmondförmigen Querschnitt aufweisenden Faserbündel zeigen aussen hie und da, oft sehr spärlich, oft reichlich, kurze bis lange Reihen von dicken, stark verkieselten Plättchen (Stegmata). Diese sind länglich viereckig, solid, haben gezackte Ränder und eine runde, helle, durchsichtige Grube in der Mitte. Die Stegmata sind am besten nach Maceration der Faserbündel in Chromsäure zu sehen. Sie sind gegen 30 mm lang.

Zieht man die Faser vorher mit Salpetersäure aus und verascht sie dann und behandelt die Asche mit verdünnter Säure, so er-



scheinen die Stegmata in Form von perlschnurförmigen, oft langen Strängen, mit länglichen, oft wurstförmigen Gliedern.

Die Querschnitte der Bastfasern sind polygonal, mit stark abgerundeten Ecken, oder rundlich. Sie schliessen meist nicht ganz dicht aneinander. Das Lumen ist gross und zeigt manchmal einen gelben Inhalt; eine deutliche Mittellamelle ist nicht zu sehen.

20. Pitafaser (Fig. 25).

Pite, Sisal, Matamoros, Tampicohanf, von *Agave americana*. Sind Faserbündel mit häufigen, grossen Gefässen mit spiraliger Verdickung. Die Sklerenchymfasern, welche 1·5—4, meist 2·5 mm lang und 20—32, meist 24 mmm breit sind, zeigen ein Verhältniss der Länge zur Breite von etwa 100. Sie sind steif und werden gegen die Mitte zu oft auffallend breiter. Das Lumen ist mehrmals breiter als die Wandung; die Enden sind breit, stumpf, verdickt, selten gegabelt. Die Querschnitte färben sich mit Jod und Schwefelsäure ganz gelb. Eine Mittellamelle ist nicht deutlich. Die Querschnitte sind polygonal, manchmal mit etwas abgerundeten Ecken, fest aneinanderschliessend. Das Lumen ist gross, polygonal, doch sind die Ecken des Lumens weniger scharf als die der Wandung. Versacht man die Faser, so findet man in der Asche grosse Scheinkrystalle von kohlensaurem Kalk, welche von Oxalatkrystallen herrühren, welche den Faserbündeln aussen hie

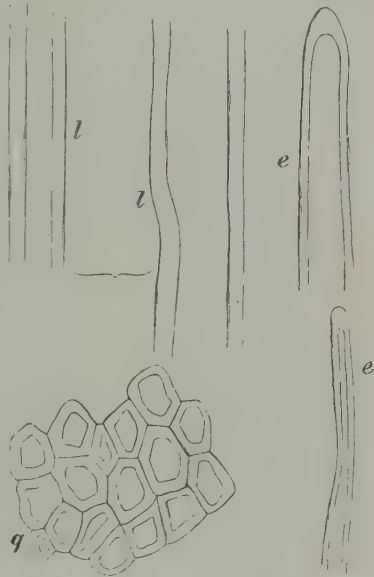


Fig. 25. Pitafaser (*Agave americana*).
e Enden, l Längsansichten, q Querschnitt.
Vergr. 325.

und da, oft massenhaft, oft spärlich anliegen. Sie stehen meist in Längsreihen, sind bis 0·5 mm lang, an den Enden meisselartig zugespitzt, scheinbar dick nadelförmig, aber mit quadratischem Querschnitte. Oft sind diese Krystalle in Folge ihres Glanzes schon mit freiem Auge zu sehen. Sie liegen in sehr dünnwandigen, an der zubereiteten Faser ganz zerrissenen Zellen. Die äusseren Fasern der Bündel zeigen in Folge der Bearbeitung häufig Querspalten oder Risse.

21. Aloëhanf (Fig. 26 a).

Aloëfaser, Mauritiuschanf von verschiedenen Aloë-Arten, welche von der oft Aloë genannten *Agave americana* (s. Pita) wohl zu unterscheiden sind. Aloëfaser (besonders von *Aloë perfoliata* gewonnen) ist von der *Sanseveria*faser kaum zu unterscheiden. Beide besitzen

nebst Fasern Gefässe. Die Sklerenchymfasern sind bei beiden Fasern höchst ähnlich gebaut und sonstige unterscheidende Kennzeichen sind auch nicht vorhanden.

Die Fasern des Aloëhanfes sind 1·3—3·7 mm lang und 15 bis 24 mm breit. Sie sind also dünn, gleichmässig breit und meist sehr stark verdickt; in der Regel stärker als die der Sanseveria. Hie und da schiefe Porenspalten. Die Enden laufen meist spitz, manchmal abgerundet zu. Die Querschnitte der Faser sind polygonal, mit schwach abgerundeten Ecken. Das Lumen ist meist nur wenig breiter als die Wandung, polygonal mit abgerundeten Ecken.

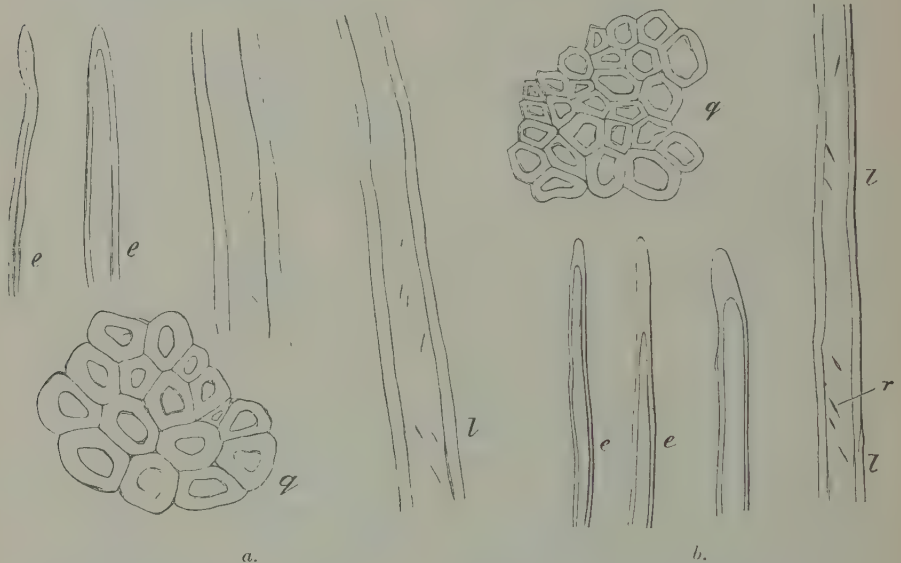


Fig. 26. Aloëhanf. *a.* von Aloë sp., *b.* von Sanseveria, *e* Enden, *l* Längsansichten, *q* Querschnitte, *r* spaltenähnliche Poren der Wandung. Vergr. 325.

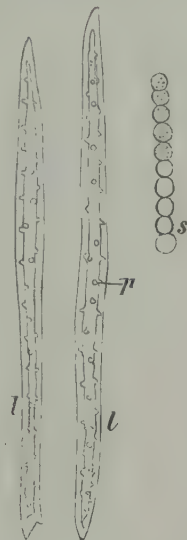
22. Sanseveriafaser (Fig. 26 b).

Die Faser von *Sanseveria ceylanica* ist der Aloëfaser sehr ähnlich und wird wohl auch Aloëhanf genannt. Die geringen mikroskopischen Unterschiede sind folgende: Das Lumen ist im Querschnitte grösser, also die Faser dünnwandiger; ferner ist das Lumen scharfeckig polygonal. Die Enden sind spitz. Die Dimensionen sind: 1·5—6, meist 3 mm lang und 15—26, meist 20 mm breit.

23. Coirfaser (Fig. 27).

Diese im Gegensatz zu den bisher betrachteten weissen bis gelblichen monocotylen Fasern, braune aus den fibrösen Schalen der Cocosnuss gewonnene Faser ist auch mikroskopisch sehr charakteristisch. Die Sklerenchymfasern bilden meist kreisrunde, oft sehr

grosse Bündel, welche einen Canal einschliessen, der Gefässe enthält. Erstere sind kurz (0·4—1, meist 0·7 mm lang) und dünn 12—24, meist 20 mmm dick. Verhältniss der Länge zur Dicke 35. Sie sind dickwandig, doch so ungleichmässig, dass das Lumen sehr unregelmässig ausfällt. Die äussere Contour ist häufig ausgebuchtet oder gezähnt. Zahlreiche auffallende Porenkanäle. Aussen sind die Faserbündel mit linsenförmigen kleinen (etwa 15 mmm breiten) Plättchen (Stegmata) bedeckt, welche den randständigen Fasern der Bündel in durch Zacken getrennten Buchten aufsitzen. Die Stegmata sind verkieselt und schmelzen beim Veraschen zu blasigen Kugeln zusammen. Kocht man aber die Faser vor dem Veraschen mit Salpetersäure, so erscheinen sie in der Asche wie Hefezellen zusammenhängend in Form von runden Kiesel-skeletten. Die Querschnitte der Fasern sind meist gelbbraun, rund oder oval und von einem derben Mittellamellennetz eingeschlossen.



24. Ananasfaser.

Fig. 27. Coir-Faser. / Längs-ansichten von Fasern mit Poren *p*, *s* Kiesel-skelette der Stegmata. Vergr. 325.

Die Faser von *Ananassa sativa*, Silkgras, pine-apple fibre genannt, ist vor den übrigen Monocotyledonen durch die grosse Feinheit der Sklerenchymelemente ausgezeichnet. Diese sind 3—9, meist 5 mm lang und 4—8, meist 6 mmm dick. Neben diesen Kennzeichen ist die Faser von *Ananassa sativa* noch durch das Lumen, welches ganz schmal linienförmig (viel dünner als die Wandung!) ist, sowie durch den abgerundeten bis polygonalen Querschnitt (der auch manchmal abgeplattet ist) und durch den Mangel an Verholzung ausgezeichnet. Dieser Mangel erstreckt sich jedoch nur auf die inneren Zellwandschichten. Die Querschnitte stehen in compacten Gruppen, welche gross und häufig halbmondförmig sind; sie sind sehr klein und von einem dicken Mittellamellennetz eingeschlossen, das verholzt ist. Das Lumen erscheint im Querschnitte in Form eines Punktes oder einer kurzen Linie; dicke Querschnitte erscheinen mit Jod und Schwefelsäure nicht blau, sondern oft grünlich oder selbst gelb. In den begleitenden Gefässbündeln findet man auch 1—2 Reihen von dicken, stark verholzten Fasern. Es sind also zweierlei Fasern vorhanden: lange, sehr dünne, welche sich leicht kräuseln, mit sehr schmalen, oft kaum sichtbaren Lumen und mit lang ausgezogenen, stumpfen oder oft fast nadelförmigen Spitzen, und daneben seltene dicke, steife und weniger lange Fasern, die aus den Gefässbündeln stammen. Bei ersteren ist nur die Mittellamelle verholzt, bei letzteren die ganze Faser.

25. Yuccafaser (Fig. 28).

Die Fasern von *Yucca gloriosa* gehören ebenfalls zu den feinsten monocotylen. Sie sind nur 7—20, meist 10—11 mm dick und besitzen

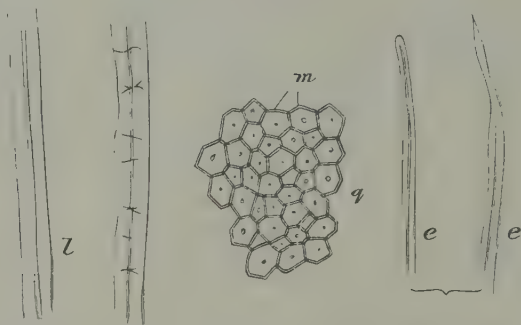


Fig. 28. Yucca-Faser. *e* Enden, *l* Längsansichten, *q* Querschnitt, *m* Mittellamelle. Vergr. 325.

nur ein schmales, linienförmiges Lumen. Manchmal ist eine Streifung sichtbar. Die Enden sind meist scharf spitzig. Die Querschnitte sind klein, polygonal, mit geraden Kanten und scharfen Ecken. Das Lumen erscheint am Querschnitt punkt- oder linienförmig. Auffallend ist die Mittellamelle. Die ganze Faser ist stark verholzt. Ihre Länge variirt von 0·5—6, und beträgt meist 3·5—4 mm.

26. Alfafaser (Fig. 29).

Als Alfa werden die Fasern aus den Blättern von den beiden Gräsern *Stipa tenacissima* und *Ligaeum Spartum* bezeichnet. Gebräuchlich ist auch der Name Esparto. Besonders in Papieren häufig zu finden. Die Fasern von *Stipa tenacissima* sind 0·5—3·5, meist 1·5 mm lang und 7—18, meist 12 mm breit. Die von *Ligaeum Spartum* haben eine Länge von 1·3—4·5, meist 2·5 mm und eine Breite von 12—20, meist 15 mm. Die Fasern beider sind in der Längsansicht kurz, dünn, voll, glatt, von sehr gleichmässigem Durchmesser. Das Lumen erscheint als eine feine Linie. Häufig ist darin ein gelblicher Inhalt. Die Spitzen sind ausgezogen, etwas abgerundet oder auch quer abgeschnitten. Die meisten Fasern sind nicht verholzt, manche jedoch färben sich mit Jod und Schwefelsäure gelb. Die Querschnitte erscheinen nach der Jod- und Schwefelsäurereaction theils gelb, theils blau. Die innersten Verdickungsschichten sind fast stets unverholzt, hingegen die äussersten immer verholzt. Die Form der Querschnitte ist rundlich.

Abgesehen von der Faser, tritt bei der mikroskopischen Untersuchung besonders das Oberhautgewebe hervor. Dieses besteht aus Epidermiszellen, Spaltöffnungszellen und Haaren, welche letztere konisch und dabei oft hakenförmig gekrümmt sind. Die Oberhautzellen

haben gezackte Seitenwände und fallen hierdurch sehr auf. Sie sind stark verkieselt und ihre Kieselskelette daher leicht in der Asche



Fig 29. Esparto-Papierstoff. *s* kurze Sklerenchymelemente, *l* Stabzellen, *f* Fasern
h Haare, *e* Epidermiszellen. Vergr. 340.

nachzuweisen. Bezüglich anderer charakteristischer Zellformen der Alfafaser sei auf die beistehende Figur verwiesen.

27. Pandanusfaser.

Aus den Blättern von *Pandanus odoratissimus*. Mikroskopisch erkennt man Faserelemente, Gefässe und ein kleinzelliges Parenchym mit einfachen Krystallen von oxalsaurem Kalk. Die Fasern sind 1—4·2 mm lang und höchst verschieden gestaltet. Sie sind fein, bis 20 mm breit. Die Verdickung ist sehr ungleich, so dass die Fasern stellenweise dünn oder dickwandig erscheinen.

28. Tillandsiafaser.

Diese, auch vegetabilisches Rosshaar genannte Faser von *Tillandsia usneoides* besteht aus mehreren verwachsenen Gefässbündeln aus den Trieben der Pflanzen.¹⁾ Es sind nicht die Luftwurzeln,

¹⁾ v. Höhnelt, Ueber den Bau und die Abstammung der Tillandsiafaser; Dingl. Polyt. Journ. 1879, Bd. 234, p. 407.

sondern reich beblätterte und verästelte hängende Zweigsysteme, welche den Rohstoff bilden. Im Centrum der 0·3—0·5 mm dicken Zweige, deren Internodien 5—10, meist 6—7 cm lang sind, liegt ein Sklerenchymstrang mit den Gefässbündeln; er ist es, welcher die fertige Faser bildet. Er besteht aus einer Grundmasse von derben, langgestreckten Sklerenchymelementen, von welchen die inneren hell, die äusseren dunkelbraun gefärbt erscheinen. Erstere sind kürzer und dünner, 8—12 μ , letztere 15—18 μ breit und im Mittel 1·4 mm lang; doch kommen auch sehr kurze und 2—3 mm lange vor. In dieser festen Grundmasse sind 8 Gefässbündel eingebettet, welche ohne Anastomosen und Verzweigungen parallel durch das ganze Internodium verlaufen und in den Knoten zum Theile in die Blätter auslaufen. Da Holz- und Siebtheil der Bündel durch Sklerenchymbrücken von einander getrennt sind, so erscheinen die 8 Bündel in 15 getrennte Gruppen geschieden (2 Holztheile sind mit einander verschmolzen). Die Gefässbündel bestehen aus Spiral-, Netz- und Ringfasergefässen, dünnwandigem, farblosem Holzparenchym und Cambiformzellen. Siebröhren scheinen zu fehlen. Hier und da sieht man noch etwas Rindenparenchym mit der Epidermis an der Faser sitzen (die, nebenbei bemerkt, meist künstlich schwarz gefärbt wird); die Epidermis ist durch ihre schildförmigen Haarschuppen höchst charakteristisch. Diese sind aus einer einfachen Zellschicht aufgebaut, welche im Mittelpunkt einem kurzen, vielzelligen Stielchen aufgesetzt sind. Die sehr dicken Aussenwände lassen keine Spur einer Cuticula erkennen. In der That sind diese Schuppen die Organe der Wasseraufnahme der Pflanze, welche keine Wurzeln hat und von Baumästen epiphytisch herabhängt.

29. Palmenfasern.

Von einer Reihe von Palmen kommen grobe Fasern im Handel vor, welche theils als Stopfmaterialien, theils zur Verfertigung von Bürsten dienen. Es gehören hieher:

1. Die Piassave, Monkeygrass, Paragrass, Piassaba ist die Faser aus den Blattscheiden von *Attalea funifera* Mart. (*Leopoldina Piassaba* Wallace) in Südamerika. Ist eine grobe, 0·8—2·5 mm dicke Faser zu Bürsten, Besen, Tauen. Fischbeinartig, elastisch.

2. Die Palmettofaser von *Chamaerops humilis*, *crin végétal*, *crin d'Afrique* genannt, in Nordafrika, durch Zerschlitzen der Blätter erhalten. Ist grasartig. Stopfmaterial.

3. Dattelpalmenfaser von *Phoenix dactylifera*, aus den Blättern. Die Faser ist lichtgelb, dick und steif.

4. Talipotfaser von *Corypha umbraculifera* in Indien.

5. Raphiastroh, die Epidermis der Blattstiele von *Raphia taedigera* als Bind- und Flechtmaterial. Besteht aus weichen, dünnen Bändern, mit eingerollten Rändern.

6. Ejou oder Gomuto von *Arenga saccharifera*. In Indien zu Tauen verwendet. Sie ist sehr ähnlich der

7. Kitool- oder Siamfaser von *Caryota urens*. Eine grobe, fast schwarze Faser zu Bürsten.

8. Die schwarzen, rosshaarähnlichen Fasern der Scheiden von *Bactris tomentosa* und anderen Palmen dienen als *crin végétal* zum Ausstopfen.

Es kann nicht die Aufgabe einer technischen Mikroskopie sein, alle diese Fasern — und noch viele andere ähnliche, die noch anzuführen wären — bezüglich ihrer mikroskopischen Eigenthümlichkeiten zu beschreiben, da die meisten derselben schon ohne Untersuchung leicht zu kennen sind und auch keine hervorragende Bedeutung besitzen. Man findet übrigens mehrere derselben beschrieben bei M. Vétillard, *Fibres textiles*, p. 231—247, und J. Wiesner, *Rohstoffe*, p. 445. Ueberdies sind zum Gebrauche bei einer etwaigen Untersuchung derselben die Grössenverhältnisse der Sklerenchymfasern der Mehrzahl derselben in der Tabelle auf Seite 19 aufgenommen worden.

Was sonstige »Fasern« anbelangt, wie z. B. die Reisbesen (bestehend aus den von den Aelrchen befreiten reifen Rispen von *Sorghum Durrah* und anderen Arten, Negerkorn, Dari genannt); ferner die Reiwurzeln, die dünnen Wurzeln von Gräsern in Südeuropa und Mexiko (von *Andropogon Gryllus* und anderen Arten); das echte Seegras (die ganze Pflanze *Zostera marina*) und das unechte Seegras (oberirdische Theile von der zittergrasartigen Segge, *Carex bryzoides*), so sind auch diese Fasern an ihren äusseren Merkmalen so leicht zu kennen, dass ihre mikroskopische Charakteristik bis auf Weiteres überflüssig erscheint.

Anhang.

I. Cosmos-Faser.

Unter Cosmos- (Kosmos-) Faser, auch Kunstwolle,¹⁾ Nessel, *laine artificielle*, *artificial wool* genannt, versteht man ein vegetabilisches Product, das in ähnlicher Weise wie Baumwolle (im *Vicogne-Garne*) mit Schafwolle vermenget versponnen wird. Sie ist kurzfasrig und kommt theils ungefärbt, theils in allen möglichen Farben im Handel vor und wird in den Tuchfabriken zu ordinären Stoffen häufig verwendet. Es ist die Cosmosfaser eine Bastfaser, welche nach einem von Neumann erfundenen Verfahren gewonnen wird. Als Rohmaterial dienen die Abfälle und das Werg von Flachs, Hanf, Jute; ferner sollen auch Brennnesseln (*Urtica dioica*), Hopfenstengel

¹⁾ Wohl zu unterscheiden von Shoddy, Mungo etc., welche auch Kunstwolle genannt werden.

und Besenginster (*Sarothamnus vulgaris*) zur Cosmos-Fabrikation, welche bis jetzt nur in Belgien und Nordamerika stattfindet, Verwendung finden.

Die mir vorgelegenen zahlreichen gefärbten und ungefärbten Cosmos-Fasermuster bestanden sämmtlich nur entweder aus Leinenfaser, oder aus Jute oder Hanf, oder aus einem Gemenge von Lein und Hanf.

Cosmosfaser kommt nur in schlechteren Tucharten vor und wird daher bei Untersuchung solcher zu berücksichtigen sein.

2. Analytische Tabellen.

Ich gebe nun in Folgendem drei verschiedene Bestimmungs-Tabellen.

Die erste bezieht sich auf alle jene Pflanzenhaare, welche meistens nur als Stopfmateriale verwendet werden, ferner auf die Pflanzenseiden und die Baumwolle.

Die zweite bezieht sich auf jene (besonders feineren, hauptsächlich verwendeten) Fasern, welche Bast- oder Sklerenchymfasern führen. Nur ist hier die Baumwolle, welche ja als die wichtigste Pflanzenfaser betrachtet werden muss, aus praktischen Gründen mit aufgenommen worden. Die Charakterisirung der Fasern geschah in dieser Tabelle mit Absicht fast stets nur auf Grund der Beschaffenheit der Faserelemente selbst und nicht unter Mitberücksichtigung anderer accessorischer Elemente, die ja besonders in feineren Geweben fast nie zu finden sind.

Die dritte Tabelle endlich, welche praktisch wohl am häufigsten in Betracht zu ziehen sein wird, enthält die am häufigsten vorkommenden feineren Textilfasern, welche makroskopisch nicht ohne Weiteres zumal nicht mit der nöthigen Sicherheit zu erkennen sind, und zwar nach den oben klargelegten Principien, womöglich ohne Berücksichtigung der chemischen Verhältnisse, welche an gefärbten Fasern häufig nicht verwerthet werden können.

Die eigentlichen Papierfasern finden ihre gesonderte Besprechung in dem Capitel über die Untersuchung des Papiere und der Papierfasern, Seite 72.

Die Methoden der Untersuchung von Geweben unter dem Mikroskope finden sich Seite 105 geschildert, im Nachhange der Besprechung der Schafwolle.

A) Bestimmungs-Tabelle jener Pflanzenfasern, welche botanisch als Haarbildungen bezeichnet werden. (Wollen, Dunen und Seiden.)

1. a) Jede einzelne Faser besteht aus einer einzigen Zelle . 4.

b) Jede Faser besteht aus zwei Zellen; nämlich einer kurzen, dickwandigen Basalzelle und einer daraufgesetzten spitzen

Hauptzelle. Die Fasern sind graubraun, kaum $\frac{1}{2}$ cm lang, spröde, wollig, matt, dünnwandig, aber stielrund. Die Querwand zwischen beiden Zellen ist am dicksten. (Sie bilden den dicken Ueberzug der Blätter von der Cycadee *Macrozamia* sp., aus Neustüdwaes, und dienen als vegetabilische Wolle zu Polstermaterial.)

- c) Jede einzelne Faser besteht aus einer Reihe von Zellen, bildet also einen Zellfaden. Die Zellen sind goldgelb bis braun, meist zusammengefallen, inhaltsleer. Die ganze Faser ist stark glänzend, schön braun, aber sehr spröde und brüchig, sehr dünnwandig, bandartig flach, häufig um die Axe gedreht, breit, $\frac{1}{2}$ —2 cm lang. Die Faser bildet den dicksammtigen Ueberzug der Blattstiele verschiedener Farnbäume (*Cibotium*-Arten) in Südostasien, Australien, Polynesien und Chili. Dient als Polstermaterial unter den Namen: Penghaver Djambi, Pulu.
- d) Jede Einzelfaser besteht aus mehreren seitlich mit einander verwachsenen Zellen oder Reihen von solchen, ist also eine sogenannte Zotte 2.
- 2. a) Haare gerade, steif, weiss bis schmutzig gelblich . . . 3.
- b) Haare wollig, zähe, bräunlich violett, 4—6 mm lang, aus langen, baumwollähnlichen, flachen, gedrehten und gewundenen Zellen, deren Wandungen häufig wellig verdickt sind, bestehend. Inhalt der Zellen ziemlich reichlich, gelblich bis violett, zum Theile sich mit Salzsäure schön roth färbend. Die Wolle bekleidet die kleinen, eiförmigen, flachgedrückten, an dem breiteren Ende mit einem Zahnkrönchen versehenen Früchtchen (*Achaenen*) der neuholländischen Composite *Cryptostemma calendulaceum* R. Br. Wird in Australien als Stopfmateriale verwendet.
- c) Haare wollig, spröde, röthlichgelb; die Zellen sind sehr dünnwandig, farblos, meist inhaltsleer, stellenweise mit einem homogenen rothgelben Inhalt; wo zwei Zellen seitlich zusammenstossen, sind rundliche Tüpfel zu sehen. Die einzelnen Zellen sind relativ breit, sehr verschieden und ungleichmässig dick, unregelmässig hin und her gebogen und oft zerknittert. Bildet den Ueberzug einer Pflanze (*Hibiscus* sp.?) in Nipe auf der Insel Cuba und dient daselbst als Polstermateriale; Name: **Majagua**.
- 3. a) Die Haare sind 1—3 cm lang, sind unten am breitesten (Maximum 120μ), in der Mitte etwa 50μ breit. Sie bestehen aus zwei Lagen von Zellen, welche mit einander verwachsen sind. Die Innenwände sind derb, die Aussenwände dünn und eingefallen, daher den Innenwänden fest anliegend. Die Querwände sind auffallend und etwas verdickt. Die Zotten endigen mit 2—6 spitzen, oft hakenförmigen Zellen. Die Endzellen zeigen manchmal Poren. Sehr schwache Verholzung.

Das Product besteht aus den reifen Fruchtähren des Wollgrases (*Eriophorum angustifolium*, *latifolium* u. a. A.) (Fig. 8) **Wollgraswolle.**

- b) Die Haare sind 5 mm lang. Mittelbreite der Zotten 8—16 μ . Unten am breitesten mit 30 μ . Die Zotte endigt mit einer nicht scharf spitzten Zelle. Die Querwände treten bei schwacher Vergrößerung als Knötchen hervor und sind überhaupt sehr auffallend. Das Product besteht aus den kleinen, lanzettlichen Früchtchen des Rohrkolbens (*Typha angustifolia*), welche an einem Stielchen sitzen, das am anderen Ende die Haare trägt. Dient als Polstermaterial und zu ordinären Filzen (Fig. 9) **Rohrkolbenwolle.**

4. a) Die Faser ist flach, wollig, häufig um die eigene Axe korkzieherartig gedreht oder gewunden, nicht verholzt . . . 5.
b) Die Faser ist meist stielrund, mehr steif, nicht gedreht, hin gegen verholzt (sieh also mit Indol oder Phloroglucin und Salzsäure roth färbend) 6.
5. a) Faser 1—5 cm lang, weiss oder nankinggelbbraun, 12—42 μ dick (Fig. 1 und 2) **Baumwolle.**
b) Faser nur $\frac{1}{2}$ cm lang, sehr dünn, eigentlich aus Zotten bestehend, violettbräunlich. Siehe oben unter 2 b), *Cryptostemma*-Wolle.

6. a) Das Product besteht aus Grasähren mit einem Haarkleide. Die Haare sind 5—8 mm lang, etwa 10—15 μ breit. Die Wandstärke der steifen, stielrunden, spitzen Haare bleibt bis gegen die Spitze ziemlich gleich, so dass letztere stark verdickt erscheint. Nicht selten Tüpfel zu sehen. Polstermaterial vom Zuckerrohr (*Saccharum officinale*) . . . **Zuckerrohrwolle.**
b) Das Product besteht aus den kurzen weissen, etwa 8—24 μ breiten Fasern und den ovalen, flachen, 4 mm breiten und 5 mm langen Fruchtschalen. Die Haare sind an der Basis verbreitert, daselbst meist knieförmig gebogen, dickwandig und mit querspaltenförmigen Tüpfeln versehen. Oben sind die Haare ganz dünn bis derbwandig, farblos. Die Spitze ist meist stumpflich und mit körnigem Inhalte versehen. Schwach (besonders an der Basis) verholzt **Pappelwolle.**
c) Das Product besteht nur aus den Haaren (von zufälligen, stets spärlichen Verunreinigungen abgesehen), Pflanzendunen und Pflanzenseiden 7.

7. a) Die Fasern zeigen an der Wandung 2—5 Längsleisten, die halbkreisförmig nach Innen vorspringen oder nur ganz flach sind, der Länge nach verlaufen, an der Basis aber oft netzartig mit einander verbunden sind. Diese Leisten sind breit und in der Flächenansicht oft nur schwer zu sehen, oft hingegen höchst auffallend. Maximaldicke meist 35 μ stark übersteigend. Weiss oder gelblich. (Samenhaare, Samenhaarschöpfe von Apocynen und Aselepiaden.) (Fig. 5—7.) So genannte **Pflanzenseiden** 8.

- b)* Fasern ohne Längsleisten. An der Basis manchmal mit Querleisten, oder Netztüpfel, oder ohne Verdickungen. Maximaldicke meist unter 35 μ . Gelblich bis braun. (Haare, welche die Samen, oder nebst diesen auch die Innenwandungen der Fruchthöhlen der Kapseln von Bombaceen bekleiden.) (Fig. 3 und 4.) Sogenannte **Pflanzendunen** 13.
(Quatte, Kapok, ébredon végétal, Bombaxwollen etc.)
8. *a)* Die Haare sind 3·5 bis 4·5 cm lang und der grösste auffindbare Durchmesser beträgt mindestens 50–60 μ 9.
b) Die Fasern sind 1·5–4 cm lang, der grösste auffindbare Durchmesser beträgt 35–45 μ 10.
9. *a)* Die Fasern sind an der Basis verschmälert und unmittelbar darüber stark bauchig aufgeschwollen. Hier bis über 100 μ dick. An der Basis mit reichlichen Porenkanälen; die Fasern stehen wedelartig an einem Stiele, sind gelblich und spröde. Vegetabilische Seide vom Senegal (Fig. 7) **Strophantus sp.**
b) Nicht so: die Fasern sind weiss, fest und zähe, nicht spröde und bilden einen Haarschopf oder Kranz. Vegetabilische Seide aus Indien von (Fig. 5) **Beaumontia grandiflora.**
c) Rohfasern gelblich, schwach, steif gerade und spröde . . **Calotropis procera, Senegal.**
10. *a)* An der Ansatzstelle (Basis) der Haare finden sich Tüpfel oder Poren II.
b) Tüpfel oder Poren fehlen. Vegetabilische Seiden von: **Asclepias Cornutii, curassavica u. a. Arten.** (Fig. 6.)
- II. *a)* Tüpfel gross, rundlich oder quer gestreckt; Wandungen der Faser an der Basis nicht dicker als oberhalb. Längsleisten der Faser sehr schön und auffallend entwickelt. Haare an der Basis stark zurückgekrümmt. Vegetabilische Seide von **Calotropis gigantea.**
b) Tüpfel klein, der Länge nach gestreckt; Wandung daselbst dicker als oberhalb, Längsleisten wenig auffallend, oft scheinbar fehlend 12.
12. *a)* Haare an der Basis verschmälert: **Hoya viridiflora.**
b) Haare nicht oder kaum verschmälert: **Marsdenia sp.**
13. *a)* Die Haare sind an der Basis mit quer gestellten Netzleisten oder spiraligen Verdickungsleisten versehen 14.
b) Ohne Netzleisten an der Basis 15.
14. *a)* Basis verbreitert, dünnwandig, mit schönen Netz- und Querleisten oder spiraligen Verdickungen, welche sich oft weit hinauf erstrecken. Spitze sehr dünnwandig, lang ausgezogen, nicht scharf zugespitzt, häufig mit rothbraunen homogenem oder körnigem Inhalte. Faser nicht sehr steif, häufig geknickt. Basis inhaltsleer. Pflanzendune von **Eriodendron anfractuosum.**
b) Ganz ähnlich, aber die Enden nicht so lang ausgezogen, ohne Inhalt. Ganze Faser etwas derbwandiger. Pflanzendune von **Bombax heptaphyllum.**

- c) Ganz ähnlich wie a), aber Faser ziemlich derbwandig, hier und da im Längsverlaufe mit körnigen Inhaltsmassen. Basis dickwandig; netzfaserige Verdickungen nie spiralig entwickelt und nicht weit (höchstens bis zum 6-fachen der Faserbreite) hinaufreichend. Enden eher dickwandig. Pflanzendune (Ceiba-Wolle) von **Bombax Ceiba.** (Fig. 3.)
15. a) Rohfaser braun, derbwandig; Wand 1—7 μ dick; nicht geknickt; Spitze inhaltslos, steif, sehr spitzig. Basis nicht verbreitert (eher verschmälert), oft mit körnigem Inhalt. Pflanzendune von **Ochroma Lagopus.** (Fig. 4.)
- b) Rohfaser gelblich, dünnwandig, dabei Wandung sehr ungleichmässig dick; manchmal sehr schwach entwickelte Längsleisten. Wand unmittelbar an der Basis sehr dick. Pflanzendune von **Cochlospermum Gossypium.**

B) Tabelle zur Bestimmung von Pflanzenfasern.

Enthält die Baumwolle, sowie die wichtigeren der feinen, Bast- oder Sklerenchymfasern führenden Fasern.

A) Fasern, die durch Jod und Schwefelsäure blau, violett oder grünlich gefärbt werden.

a) Dicotyledone Bastfasern und Baumwolle.

(Ohne Gefässe.)

Baumwolle, Flachs, Hanf, Sunn, Chinagrass (Ramié), Roafaser (von *Pipturus argenteus*).

I. Die Querschnitte werden durch Jod und Schwefelsäure blau oder violett, zeigen keine gelbe Umrandung (Mittellamelle). Das Lumen ist häufig von einer gelben Masse erfüllt.

1. Querschnitte: Sie kommen entweder nicht sehr zahlreich in Gruppen, oder vereinzelt vor. Die einzelnen Querschnitte schliessen nicht enge aneinander, sind polygonal, geradlinig begrenzt, mit scharfen Ecken. Jod und Schwefelsäure färben sie blau oder violett, sie zeigen zarte concentrische Schichten. Das Lumen erscheint als gelber Punkt.

(Die Querschnitte vom untersten Theile des Stengels sehen denen des Hanfes ähnlich; sie sind grösser, zeigen abgerundete Ecken, ein grosses, unregelmässiges Lumen mit gelbem Inhalt. Die Schichtung ist sehr deutlich.)

Längsverlauf. Mit Jod und Schwefelsäure schön blau; sie erscheinen durchsichtig; ziemlich gleichmässig dick, glatt oder zart gestreift; Verschiebungen häufig, durch dunkle Linien angedeutet, die sich gewöhnlich kreuzen; Ausbauchungen der Fasern besonders an den Verschiebungsstellen häufig. Das Lumen erscheint als schmale gelbe Linie. Die natürlichen Enden der Faser sind scharf

spitzig. Länge 4—66, meist 25—30 mm; Dicke 15—37, meist 20—25 mm.

Lein oder Flachs (*Linum usitatissimum*). (Fig. 10.)

2. Querschnitte vereinzelt oder nur wenig zahlreich in Gruppen, lose zusammenhängend, polygonal oder unregelmässig, meist flach, sehr gross; durch Jod und Schwefelsäure blau oder violett gefärbt. Schichtung undeutlich. Das Lumen ist gross und unregelmässig, manchmal mit dunkelgelben Massen erfüllt. Manchmal Radialspalten sichtbar.

Längsansicht. Manche Fasern auffallend breit; die Breite an einer und derselben Faser sehr ungleich; glatt oder gestreift; sehr häufig Risse in der Wandung. Mit Jod und Schwefelsäure blau oder violett; das Lumen deutlich sichtbar, sehr breit, manchmal mit dunkelgelbem Inhalte. Verschiebungen deutlich, dunklere Querlinien häufig, oft sich kreuzend. Die Enden sind relativ dickwandig, abgerundet. Länge 60—250, meist 120 mm; Dicke bis 80, meist 50 μ .

Chinagras, Ramié (*Böhmeria nivea*). (Fig. 14.)

3. Querschnitte meist nicht sehr zahlreich in Gruppen, polyedrisch, meist mit geraden oder schwach gekrümmten Seiten und abgerundeten Ecken. Das Lumen ist schmal länglich, regelmässig, manchmal mit gelbem Inhalte. Manche Querschnitte sind von einer dünnen, grünlich gefärbten Lamelle umgeben, schliessen daher nicht unmittelbar an einander. Die Querschnitte zeigen häufig sehr schöne radiale Streifen oder Risse, und sehr schöne concentrische Schichtung; die einzelnen Schichten sind verschieden dunkel gefärbt.

Längsverlauf wie bei Chinagras. Dimensionsverhältnisse ähnliche.

Roa-Faser (*Pipturus argenteus*), Neucaledonien. (Fig. 15.)

4. Querschnitte immer isolirt, abgerundet, verschieden geformt, meist nierenförmig, dünn bis (meist) dickwandig. Mit Jod und Schwefelsäure blau oder violett. Lumen schmal, linienförmig, häufig mit gelbem Inhalt. Keine Schichtung.

Längsansicht. Faser immer vereinzelt, schön blau gefärbt, gestreift, gedreht. Lumen breit, deutlich, häufig mit gelbem Inhalte. Enden stumpf abgerundet. Die ganze Faser von einer in concentrirter Schwefelsäure unlöslichen, sehr dünnen Cuticula umkleidet. Länge 10—60 mm, Breite 12—42, meist 20—38 μ .

Baumwolle (*Gossypium* sp. pl.). (Fig. 1 und 2.)

II. Querschnitte blau oder violett,¹⁾ polyedrisch, abgerundet oder unregelmässig immer von einer gelben Mittellamelle umgeben.

1. Querschnitte immer in Gruppen, mit mehr oder weniger abgerundeten Ecken, schliessen sehr dicht aneinander. Alle sind von einer dünnen, gelb gefärbten Mittellamelle umgeben. Das Lumen ist

¹⁾ Hier wie an vielen anderen Stellen der Tabelle die vorgängige Behandlung der Faser mit Jod und Schwefelsäure (s. pag. 21) als selbstverständlich vorausgesetzt.

linienförmig einfach oder verzweigt, unregelmässig, manchmal breit mit einspringenden Winkeln, ohne Inhalt. Schöne concentrische Schichtung; die einzelnen Schichten sind verschieden dunkel gefärbt.

Längsansicht. Mit Jod und Schwefelsäure blau, grünlich oder schmutzig gelb. Fasern unregelmässig dick, mit oft daranhängenden Stückchen der gelb gefärbten Mittellamelle. Verschiebungen und Querlinien häufig. Streifung sehr deutlich; das Lumen ist nicht sehr deutlich sichtbar, breiter als bei Lein; Enden breit, dickwandig, abgerundet, häufig verzweigt. Länge 5—55, meist 15 bis 25 mm, Dicke 16—50, meist 22 μ .

Hanffaser (*Cannabis sativa*). (Fig. 12 und 13.)

2. Querschnitte in Gruppen ziemlich zahlreich; sehr eng aneinanderschliessend, ineinandergreifend, denen des Hanfes sehr ähnlich, oft sichelförmig. Polygonal oder oval mit kleinem oder grossem Lumen; manchmal ein gelber Inhalt. Lumen meist nicht linienförmig, unregelmässig. Immer eine breite, gelb gefärbte Mittellamelle¹⁾ vorhanden, von der sich die blauen inneren Schichten leicht trennen. Schichtung sehr deutlich, wie bei Hanf.

Längsansicht wie bei Hanf, aber die Dimensionen: Länge 4—12, meist 7—8 mm, Breite 25—50, meist 30 μ .

Sunnfaser (*Crotalaria juncea*). (Fig. 16.)

5) Monocotyle Fasern.

(Mit Gefässen, ohne Verschiebungen.)

Alfa (Esparto), Ananasfaser von *Ananassa sativa*.

1. Querschnitte in compacten grossen, oft halbmondförmigen Gruppen; sehr klein, blassblau oder violett; ein dickbalkiges Netz der Mittellamelle schliesst sie ein; rundlich bis polygonal; Lumen punkt- oder strichförmig; dicke Schnitte erscheinen grünlich oder selbst gelb. Häufig Bündel von Gefässen mit einer oder zwei Reihen von dicken, gelb sich färbenden Fasern.

Längsansicht. Fasern fein, regelmässig, sehr dickwandig, glatt. Lumen oft unsichtbar, fein linienförmig; Enden verlängert, nadelspitzig. Färbung mit Jod und Schwefelsäure blau, oft wenig ausgesprochen (daneben dicke, steife, kürzere, ganz verholzte Fasern aus den Gefässbündeln). Länge 5 mm, Breite 6 μ (4—8).

Ananasfaser (*Ananassa sativa*).

2. Querschnitte in Gruppen, meist blau, doch auch gelb. Häufig eine schöne Schichtung; die äusseren Schichten oft gelb, während die inneren blau sind. Rundlich oder oval, selten mit geraden Seiten. Lumen punktförmig.

Längsansicht. Die Fasern sind kurz, blau, dünn, stark verdickt, glatt, gleichmässig breit. Lumen gelb, linienförmig. Enden

¹⁾ Hier wie in den meisten anderen Fällen das Wort Mittellamelle nur schlechtweg gebraucht; es sind darunter überhaupt die äusseren verholzten Membranschichten verstanden.

selten zugespitzt, meist abgerundet oder abgeschnitten oder gegabelt. Länge 1·5 mm, Breite 12 μ .

Alfa (Esparto) von *Stipa tenacissima* und *Lygacum Spartum*. (Fig. 29.)

B) Fasern, die durch Jod und Schwefelsäure gelb gefärbt werden.

a) Dicotyle Fasern.

(Ohne Gefässe; Lumen mit auffallenden Verengerungen. — Manilahaut zeigt selten Gefässe!)

Jute, Abelmuschusfaser, Gambobanf, Urenafaser.

I. Querschnitte in Gruppen, polygonal, geradlinig begrenzt, Ecken scharf. Lumen rund oder oval, glatt, ohne Inhalt. Querschnitte mit schmaler Mittellamelle, welche dieselbe Färbung mit Jod und Schwefelsäure zeigt, wie die inneren Schichten. Im Längsverlaufe zeigt das Lumen Verengerungen.

1. Querschnitte polygonal, geradlinig begrenzt, Lumen im Allgemeinen gross, rundlich, oval.

Längsverlauf. Fasern glatt, ohne Verschiebungen, ohne Streifungen; Lumen deutlich sichtbar, breit, mit Verengerungen. Die Enden immer abgerundet und mässig stark verdickt. Enden weitemig. Länge 1·5—5, meist 2 mm; Breite 20—25, meist 22·5 μ .

Jute von *Corchorus capsularis*. (Fig. 17.)

2. Querschnitte im Allgemeinen etwas kleiner als bei Jute, geradlinig begrenzt, mit scharfen Ecken. Lumen häufig punkt- oder linienförmig, oval, selten eckig, nie so gross wie bei Jute.

Längsansicht. Fasern ziemlich gleichmässig dick, glatt, selten Verschiebungen oder Streifung. Lumen schmal, ungleichmässig dick, verengt sich häufig und erscheint dann als eine Linie. Enden breit, abgerundet, manchmal verdickt. Länge 1—1·6 mm, Breite 8—20, meist 16 μ .

Falsche Jute (von *Abelmuschus tetraphyllos*).

II. Querschnitte in Gruppen, dicht aneinander schliessend, polygonal, geradlinig begrenzt, mit scharfen oder schwach abgerundeten Ecken. Lumen ohne Inhalt. Die Mittellamelle ist breit und mit Jod und Schwefelsäure auffallend dunkler gefärbt als die inneren Zellwandschichten. Das Lumen fehlt stellenweise ganz.

1. Querschnitte mehr oder weniger polyedrisch, mit scharfen oder abgerundeten Ecken. Die polyedrischen Querschnitte zeigen ein kleines Lumen, die mehr abgerundeten ein breiteres ovales, die Mittellamelle ist breit und auffallend dunkler gefärbt als die Querschnitte; sie ist nicht an allen Querschnitten sichtbar. Schichtung selten und undeutlich.

Längsverlauf. Die Fasern sind in ihrer Dicke ziemlich verschieden. Lumen meist schmal, mit auffallenden Verengerungen,

stellenweise ganz fehlend. Die breiteren Fasern oft gestreift. Enden stumpf und fast stets verdickt. Länge 2—6, meist 5 mm; Breite 14—33, meist 21 μ .

Gambohanf von *Hibiscus cannabinus*. (Fig. 18.)

2. Querschnitte immer in Gruppen, klein, polyedrisch, mit scharfen Ecken. Lumen sehr klein, meist punktförmig oder als kurze Linie erscheinend, mit auffällenden Verengerungen, stellenweise ganz fehlend. Selten Längsstreifung. Verschiebungen selten. Enden abgerundet, selten etwas verdickt. Länge 1.1—3.2 mm; Breite 9—24, meist 15 μ .

Falsche Jute von *Urena sinuata*. (Fig. 20.)

b) Monocotyle Fasern.

(Neben den Bastfasern kommen immer Gefässe vor; das Lumen zeigt keine Verengerungen. Beim Manilahanf Gefässe oft fehlend.)

Neuseeländischer Flachs, Manilahanf, Sanseveriafaser, Aloëhanf (von *Aloë perfoliata*), Pitahanf, Yuccafaser von *Yucca gloriosa*.

I. Querschnitte meist abgerundet, selten polygonal; das Lumen ist immer rundlich, ohne Verengerungen im Längsverlaufe; Mittellamelle undeutlich oder ganz schmal linienförmig, Gefässe sehr spärlich, manchmal fehlend.

1. Querschnitte klein, meist rundlich, nicht enge aneinanderschliessend. Die mehr polygonalen, dichter aneinanderschliessenden Querschnitte zeigen stark abgerundete Ecken. Lumen klein, rund oder oval, ohne Inhalt.

Längsansicht. Die Fasern sind steif, dünn, gleichmässig breit. Das Lumen ist klein, sehr deutlich und gleichmässig breit. Die Enden sind spitz. Keine Streifungen und keine Verschiebungen. Länge 5—15, meist 8—10 mm; Breite 10—20, meist 16 μ .

Neuseeländischer Flachs (*Phormium tenax*). (Fig. 23.)

2. Querschnitte polygonal mit stark abgerundeten Ecken oder rundlich. Schliessen meist nicht eng aneinander. Lumen gross, rund oder fast rund, manchmal mit gelbem Inhalt.

Längsverlauf. Fasern gleichmässig dick, glatt, dünnwandiger als der neuseeländische Flachs. Lumen gross und deutlich. Enden spitz oder schwach abgerundet. An den Faserbündeln sitzen verkieselte Stegmata (s. Seite 11 und 68), welche in der Asche in Form von in Salzsäure unlöslichen Schnüren zu finden sind. Länge 3 bis 12, meist 6 mm; Breite 16—32, meist 24 μ .

Manilahanf, Abaca von *Musa textilis*. (Fig. 24.)

II. Querschnitte polygonal. Lumen gross, polygonal, mit mehr oder weniger scharfen Ecken. Mittellamelle nicht oder nur in Form einer schmalen Linie zu sehen.

1. Querschnitte deutlich polygonal, manchmal mit abgerundeten Ecken, eng aneinanderschliessend. Lumen gross, polygonal mit scharfen Ecken. Keine Schichtung.

Längsverlauf. Fasern dünn und glatt. Lumen gross und deutlich. Enden spitz. Länge 1·5—6, meist 3 mm; Breite 15—26, meist 20 μ .

Sanseveriafaser (Aloëhanf) von *Sanseveria zeylanica*.

2. Querschnitte polygonal, nicht sehr zahlreich in Gruppen; dicht aneinanderschliessend mit schwach abgerundeten Ecken. Lumen nicht sehr gross, polygonal, häufig mit abgerundeten Ecken. Neben den Bastfaser-Querschnitten bemerkt man solche von grossen Spiralgefässen.

Längsverlauf. Fasern gleichmässig dick. Lumen nicht sehr breit, gleichmässig. Keine Structur. Enden spitz, manchmal abgerundet. Länge 1·3—3·7 mm, Breite 15—24 μ .

Aloëhanf von *Aloë perfoliata*. (Fig. 26.)

3. Querschnitte polygonal, geradlinig begrenzt, scharfkantig, manchmal mit abgerundeten Ecken, dicht aneinanderschliessend. Lumen gross, polygonal, mit etwas weniger scharfen Ecken.

Längsverlauf. Fasern steif, gegen die Mitte zu oft auffallend breiter. Lumen gross. Enden breit, verdickt, manchmal gabelig. In der Asche findet man grosse Scheinkrystalle, welche von bis zu $\frac{1}{2}$ mm langen meisselförmigen Kalkoxalatkrystallen herrühren, die der Faser aussen anliegen. Länge 1·5—4, meist 2·5 mm; Breite 20—32, meist 24 μ .

Pite, Pita, Sisal, Tampico, Matamoros von *Agave americana*. (Fig. 25.)

III. Querschnitte polygonal, klein, geradlinig begrenzt, mit sehr scharfen Ecken. Lumen klein, meist punkt- oder linienförmig. Querschnitte dicht aneinanderschliessend und von einer breiten, deutlich sichtbaren Mittellamelle umgeben.

1. Querschnitte, ebenso.

Längsverlauf. Fasern sehr schmal; sehr schmales Lumen. Manchmal mit Längsstreifung. Enden meist scharf spitzig. Länge 0·5—6, meist 3·5—4 mm; Breite 10—20 μ .

Yuccafaser von *Yucca gloriosa*. (Fig. 28.)

C) Analytische Uebersicht¹⁾ der wichtigsten pflanzlichen Textilfasern.

1. In den meist dicken Faserbündeln finden sich auch Gefässe (monocotyle Fasern) 2.

Gefässe fehlen. Querschnitte und Fasern stets vereinzelt, rund, oder nierenförmig bis flach zusammengepresst. Fasern mit einer äusserst dünnen, in concentrirter Schwefelsäure unlöslichen und auch nicht quellenden Membran (Cuticula) überzogen (Pflanzenhaare) 7.

¹⁾ Vorläufig publicirt mit geringen Abänderungen in D. P. J. 1884. 251, 273 ff.

Gefäße fehlen; die Fasern sind Bündel von Bastfasern, daher Querschnitte meist zu zwei bis vielen zusammenhängend (meist echte dicotyledone Bastfasern) 13.

2. Lumen sehr schmal, linienförmig, viel dünner als die Wandung 3.

Lumen wenigstens an den dickeren Fasern fast so breit oder breiter als die Wandung; ganz verholzt. 4.

3. Querschnitte polygonal, geradlinig begrenzt, mit scharfen Ecken, ganz verholzt, 10—20 μ dick.

Yuccafaser (Fig. 28) von *Yucca gloriosa*.

Querschnitte abgerundet bis polygonal, häufig abgeplattet oder eiförmig; wenigstens die inneren Verdickungsschichten nicht verholzt, 4—8 μ dick Ananasfaser von *Ananassa sativa*.

4. Auf den Faserbündeln sitzen hie und da, oft sehr spärlich, ganz kurze bis lange Reihen von dicken, stark verkieselten Plättchen (Stegmata); diese sind länglich viereckig, solid, haben gezackte Ränder und eine runde, helle, durchsichtige Grube in der Mitte; sie sind nach Maceration der Faser in Chromsäure leicht zu sehen und gegen 30 μ lang. In der Asche der mit Salpetersäure vorher etwas ausgezogenen Faser erscheinen sie in Form von in Salzsäure unlöslichen perlchnurartigen, oft langen Strängen. Diese haben längliche Glieder. Die Fasern sind dickwandig, ohne spaltenförmige Poren, 3—12 mm lang; die Faserbündel sind gelblich, glänzend.

Abaca (Manilahanf) von *Musa textilis*. (Fig. 24.)

Stegmata vorhanden, oft spärlich, oft massenhaft; sie sind linsenförmig, klein (etwa 15 μ breit) und sitzen den Randfasern der Bündeln in durch Zacken getrennten Buchten auf, und schmelzen beim Veraschen der Faser zu blasigen Kugeln zusammen. Kocht man aber vorher die Faser mit etwas Salpetersäure, so erscheinen sie in der Asche wie Hefezellen zusammenhängend in runden Kiesel-skeletten. (Faser oft dünnwandig, mit reichlichen Poren, höchstens 1—2 mm lang; Rohfasern meist braun, matt.)

Coir, von *Cocos nucifera*.

Stegmata fehlen, also die Fasern nicht von verkieselten Elementen begleitet 5.

5. Faserbündel, aussen hie und da mit bis über 0.5 mm langen, glänzenden, im Querschnitte quadratischen, an den Enden meißelförmig zugeshärfen (scheinbar dick nadelförmigen) Krystallen von oxalsaurem Kalk belegt; diese stehen, wenn zahlreich vorhanden, in Längsreihen und sind oft schon mit freiem Auge sichtbar, immer leicht im Mikroskope (besonders in der Asche) nachzuweisen. Faserbündel meist dick, die äusseren Fasern derselben (in Folge der Bearbeitung) häufig mit Querspalten oder Rissen versehen. Wanddicke oft sehr ungleich. Faser in der Mitte oft auffallend breiter.

Sisal oder Pita, Tampico, Matamoros etc.
von *Agave americana*. (Fig. 25.)

Ohne Krystalle, meist dünn (im Querschnitte meist unter 100 Fasern in einem Bündel), Wanddicke und Lumen mehr gleichmässig 6.

6. Querschnitte meist rund, nicht eng aneinanderschliessend, Lumen meist schmaler als die Wandung (aber nie einfach linienförmig), im Querschnitte rund oder oval. Gefässe spärlich.

Neuseel. Flachs: *Phormium tenax*. (Fig. 23.)

Querschnitte wenigstens einseitig polygonal; Lumen im Querschnitte mehr oder weniger scharfeckig polygonal, meist so breit oder breiter als die Wandung. Gefässe häufig.

Aloëhanf (Fig. 26) von *Sanseveria zeylanica*
und *Aloë perfoliata*.

7. Faser meist seilförmig gedreht, aussen längsstreifig; meist mit feinen Körnchen oder Strichelchen versehen, also rauh; dünn- bis dickwandig. Querschnitte zusammengepresst, rundlich bis nierenförmig, also die Faser mehr oder weniger, oft stark bandförmig flachgedrückt. Lumen im Querschnitte mehr oder weniger gebogen, linienförmig, häufig mit gelblichem Inhalte. Aus reiner Cellulose bestehend, mit Ausnahme der sehr dünnen Cuticula.

Baumwolle (Fig. 1, 2) (*Gossypium* sp.).

Faser nicht gedreht, aussen glatt und ohne Längsstreifen; Faser nicht flach; Querschnitt rund; Wandung meist sehr dünn, oft aber auch dick, verholzt, in Kupferoxydammoniak kaum quellend.

Pflanzendunen und Pflanzenseiden. 8.

8. Fasern innen 2—5 oft sehr auffallende, zuweilen kaum bemerkliche, im Querschnitte halbkreisförmige bis ganz flache, der Länge nach verlaufende, dabei breite Verdickungsleisten besitzend, weshalb die Wandung in der Längsansicht ungleichmässig dick erscheint. Sind die Verdickungsleisten in Mehrzahl vorhanden, so anastomisiren sie stellenweise netzförmig. Maximaldicke meist über 35 μ Pflanzenseiden. 9.

Fasern ohne Längsleisten. Maximaldicke meist 30—35 μ .

Pflanzendunen. 12.

9. Grösster auffindbarer Durchmesser 50—60 μ und Faser 3.5—4.5 cm lang 10.

Grösster auffindbarer Durchmesser 35—45 μ und Faser 1.5—4 cm lang II.

10. Fasern am unteren Ende verschmälert, unmittelbar darüber bauchig angeschwollen, hier bis 80 μ dick; unterhalb der Anschwellung reichlich mit Porencanälen versehen; federartig (aber allseitig, sprengwedelförmig) auf einer geraden Spindel stehend.

Strophantus (Fig. 7); veget. Seide vom Senegal.

Nicht so, dagegen die Faser pappusartig von einem Punkte entspringend, auffallend stark und bogig zurückgekrümmt, sehr fest.

Veget. Seide aus Indien von *Beaumontia grandiflora*.

Wie *Beaumontia*, aber Faser steif, gerade, schwach und spröde.

Calotropis procera, Senegal.

11. Verdickungsleisten sehr auffallend, im Querschnitte häufig halbkreisförmig vorspringend, deutlich netzartig verbunden.

Veget. Seide von *Asclepias Cornutii*; *Calotropis gigantea*, Indien.

Verdickungsleisten undeutlich, im Querschnitte wenig vorspringend.

Vegetab. Seiden von *Asclepias curassavica*,
Hoya viridiflora, *Marsdenia* sp.

12. Rohfaser gelblich, am unteren Ende verbreitert (bis 50 μ breit), daselbst quernetzförmig verdickt, oder quergestreift; Wandung 1—2 μ dick.

Bombaxwollen von *Eriodendron anfractuosum*,
orientale, malabaricum. (Fig. 3.)

Rohfaser braun, am unteren Ende verschmälert, daselbst nicht netzförmig verdickt, dafür aber dickwandig; Wandung 1—7 μ dick.

Patte de lièvre, *Ochroma Lagopus*. (Fig. 4.)

Rohfaser gelblich, am unteren Ende verschmälert, daselbst nicht netzförmig verdickt, Faser fast ganz dünnwandig, unmittelbar am unteren Ende aber sehr dickwandig.

Cochlospermum Gossypium.

13. Dicke Faserbündel, denen aussen hie und da Reihen von dicken verkieselten, viereckigen, mit einer runden Vertiefung versehene gezackte Plättchen aufsitzen. Näheres unter Nr. 4.

Manilahanf.

Verkieselte Plättchenreihen fehlen. Im Längsverlaufe zeigt das Lumen häufig auffallende Verengerungen, weil die Wandung sehr ungleichmässig dick ist; hie und da wird daher das Lumen fast oder ganz unterbrochen. Verschiebungen, Querspaltan durch die Faser, Querstreifen und Linien, welche etwa zonen- oder knotenförmig auftreten, fehlen gänzlich, oder sind sehr spärlich und undeutlich. Ganz verholzt; daher mit Jod und Schwefelsäure gelb gefärbt . . . 14.

Verkieselte Plättchenreihen fehlen; ebenso auffallende Verengerungen. Wandungen der Länge nach gleichmässig dick; Verschiebungen, Querspaltan durch die Faser, Querstreifen und Linien häufig; hierdurch erscheinen die Fasern oft wie gegliedert, oder mit angeschwollenen Knoten versehen. Unverholzt, oder nur die äusserste oder äusseren Membranschichten verholzt, daher der Länge nach mit Jod und Schwefelsäure blau, violett oder grünlich, oder höchstens stellenweise gelb gefärbt . . . 17.

14. Äussere differenzierte Membranschichte (Mittellamelle) schmal, mit Jod und Schwefelsäure dieselbe Färbung zeigend, wie die inneren Verdickungsschichten, also wie der ganze Querschnitt. Lumen fast nie ganz unterbrochen . . . 15.

Mittellamelle im Querschnitte breit, mit Jod und Schwefelsäure auffallend dunkler gefärbt, Lumen oft ganz unterbrochen . . . 16.

15. Lumen im Allgemeinen gross, durchschnittlich so breit oder nur wenig schmaler als die Wandung; im Querschnitte rundlich oder oval, selten punktförmig. Keine Oxalatkrystalle.

Echte Jute, *Corchorus capsularis*. (Fig. 17.)

Lumen im Allgemeinen klein, durchschnittlich viel schmaler als die dicke Wandung, im Querschnitte häufig punktförmig. Häufig Oxalatkrystalle (durch Veraschung nachzuweisen).

Falsche Jute v. *Abelmoschus tetraphyllos*. (Fig. 19.)

16. Lumen fast immer auffallend schmaler als die Wandung, Enden meist sehr dickwandig, schmal. Häufig Krystalle.

Falsche Jute von *Urena sinuata*. (Fig. 20.)

Lumen manchmal so breit oder breiter als die Wandung (meist aber schmaler), Enden breit und stumpf.

Gambohanf von *Hibiscus cannabinus*. (Fig. 18.)

17. Lumen auch im mittleren Theile der Faser meist nur linienförmig, viel schmaler als die Wandung. Enden nie stumpf, immer scharf zugespitzt. Querschnitte vereinzelt oder in kleinen Gruppen, isodiametrisch, scharfeckig und geradlinig polygonal; ohne differenzierte Mittellamelle, sich mit Jod und Schwefelsäure ganz blau oder violett färbend. Das Lumen im Querschnitte meist ganz klein, punktförmig, mit Inhalt, der sich mit Jod gelb färbt. (Fasern vom untersten Theile des Stengels, wie sie besonders im Werge vorkommen, können breiter sein, und haben ein grosses unregelmässiges Lumen mit Inhalt, sowie abgerundete Ecken der Querschnitte.) (Fig. 10, 11.)

Lein, Flachs von *Linum usitatissimum*.

Lumen immer, wenigstens im mittleren Theile der Faser viel breiter als die Wandung, im Querschnitte meist mehr oder weniger zusammengedrückt, schmal bis breit, spaltenförmig oder oval. Faserenden¹ stumpf, nie scharf zugespitzt; Querschnitte fast nie scharfeckig, polygonal und isodiametrisch, sondern mehr oder weniger oval oder elliptisch und mit abgerundeten Umrissen 18.

18. Faserbreite bis 80 μ (Mittel 50 μ); Faserlänge bis über 200 μ . Querschnitte vereinzelt oder nur in kleinen Gruppen mit losem Zusammenhange. Färbt sich ganz blau oder violett mit Jod und Schwefelsäure, also keine gelbe äussere Membranschichte vorhanden. Enden nie mit Abzweigungen. (Fig. 14.)

Chinagrass (Ramieh), *Urtica nivea*.

Faserbreite bis 50 μ ; im Mittel 20—30 μ ; maximale Faserlänge 15—60 mm. Querschnitte immer in festen Gruppen, die oft aus vielen Fasern bestehen, mit schmaler oder breiter, mit Jod und Schwefelsäure sich gelb färbender, äusserster Membranschichte, daher sich die Fasern nie rein blau, sondern schmutzig blau bis grünlich, stellenweise gelb färben. Enden manchmal mit einer seitlichen Auszweigung 19.

19. Verholzte äussere Membranschichte sehr dünn, viel dünner als die inneren unverholzten Schichten. Lumen im Querschnitte schmal, seltener breit, spalten- oder linienförmig, oft verzweigt, ohne Inhalt.

Hanffaser. (Fig. 12, 13.)

Verholzte äussere Membranschichte oft so breit oder breiter als die inneren Schichten; diese lösen sich, wenn sie dünn sind, von den äusseren häufig stellenweise ab. Lumen im Querschnitte fast

nie schmal, spaltenförmig, sondern breit, oval oder länglich; manchmal mit gelbem Inhalt.

Sunnfaser (Fig. 16) (*Crotalaria juncea*).

3. Mikroskopische Untersuchung des Papierses.

Die mikroskopische Untersuchung des Papierses beschäftigt sich in erster Linie mit der Feststellung der Art der Faser. Diese ist nicht nur der Hauptbestandtheil des Papierses und der werthvollste, sondern es ist auch seine Bestimmung ganz an die Anwendung des Mikroskopes gebunden.

Die Leimung des Papierses, die Färbung und Füllung desselben können auch auf makrochemischem Wege bestimmt werden. Diese ist jedoch nur dann möglich, wenn genügende Mengen des Untersuchungsmaterials vorliegen, was durchaus nicht immer der Fall ist. Auch lassen sich ganz schwache Färbungen oft nur mikrochemisch feststellen.

Von chemischen Reactionen ist es nur die auf Holzstoff (mit schwefelsaurem Anilin, oder Phloroglucin und Salzsäure, oder Indol und Salzsäure), welche zu makrochemischen Untersuchungen von Papieren auf die Faser angewendet werden kann. Durch diese Reaction wird aber im Allgemeinen nicht eine bestimmte Faser angedeutet, sondern nur das Vorhandensein der mehr weniger starken Verholzung constatirt. Es wird also durch diese Holzstoffreactionen nur angezeigt, ob in der Papiermasse eine verholzte Faser vorhanden ist. Wie viel davon da ist und welcher Art die verholzte Faser ist, darüber giebt die Holzstoffreaction keinen Aufschluss. Dies ist umso weniger der Fall, als dieselbe Faserart, je nach der Art ihrer Herstellung verholzt sein kann oder nicht, weil durch gewisse chemische Mittel (Alkalien, Säuren, Bleichmittel) der Holzstoff zerstört werden kann. Wenn zwei oder mehrere Fasern gemengt sind, so kann die Abschätzung der Mengungsverhältnisse nur mit Hilfe des Mikroskopes geschehen, und zwar durch genaues Abzählen der verschiedenen gefundenen Faserarten.

1. Untersuchung der Faser. Will man Papier auf seine Faserbestandtheile prüfen, so schneidet man sich ein ganz kleines Stückchen herab, benetzt es mit Wasser und zerfasert es vollständig mit dem Scalpelle und Nadeln. Hierauf untersucht man die Fasern im Wasser unter Deckglas. Bei der Zerfaserung hat man darauf zu achten, dass dieselbe nicht zu heftig geschieht, damit die Fasern nicht zerrissen werden und womöglich in jenem Zustande zur Untersuchung kommen, in welchem sie sich im Papiere befanden. Daher ist eine gute vorherige Durchweichung des Papierses mit Wasser nöthig.

Die Zahl der Faserarten, welche im Papiere vorkommen können ist eine sehr grosse,¹⁾ da man namentlich gröbere Papiere fast aus

¹⁾ Siehe J. C. Schäfer, Neue Versuche und Muster, das Pflanzenreich zum Papiermachen u. s. w. zu verwerthen. Regensburg 1765—67.

see Hoffmann'sche u. Chem. Zeitung Magazin 188, 2. Jahrg. 1887, 1888, 1889, 1890, 1891, 1892, 1893, 1894, 1895, 1896, 1897, 1898, 1899, 1900, 1901, 1902, 1903, 1904, 1905, 1906, 1907, 1908, 1909, 1910, 1911, 1912, 1913, 1914, 1915, 1916, 1917, 1918, 1919, 1920, 1921, 1922, 1923, 1924, 1925, 1926, 1927, 1928, 1929, 1930, 1931, 1932, 1933, 1934, 1935, 1936, 1937, 1938, 1939, 1940, 1941, 1942, 1943, 1944, 1945, 1946, 1947, 1948, 1949, 1950, 1951, 1952, 1953, 1954, 1955, 1956, 1957, 1958, 1959, 1960, 1961, 1962, 1963, 1964, 1965, 1966, 1967, 1968, 1969, 1970, 1971, 1972, 1973, 1974, 1975, 1976, 1977, 1978, 1979, 1980, 1981, 1982, 1983, 1984, 1985, 1986, 1987, 1988, 1989, 1990, 1991, 1992, 1993, 1994, 1995, 1996, 1997, 1998, 1999, 2000, 2001, 2002, 2003, 2004, 2005, 2006, 2007, 2008, 2009, 2010, 2011, 2012, 2013, 2014, 2015, 2016, 2017, 2018, 2019, 2020, 2021, 2022, 2023, 2024, 2025, 2026, 2027, 2028, 2029, 2030, 2031, 2032, 2033, 2034, 2035, 2036, 2037, 2038, 2039, 2040, 2041, 2042, 2043, 2044, 2045, 2046, 2047, 2048, 2049, 2050, 2051, 2052, 2053, 2054, 2055, 2056, 2057, 2058, 2059, 2060, 2061, 2062, 2063, 2064, 2065, 2066, 2067, 2068, 2069, 2070, 2071, 2072, 2073, 2074, 2075, 2076, 2077, 2078, 2079, 2080, 2081, 2082, 2083, 2084, 2085, 2086, 2087, 2088, 2089, 2090, 2091, 2092, 2093, 2094, 2095, 2096, 2097, 2098, 2099, 2100, 2101, 2102, 2103, 2104, 2105, 2106, 2107, 2108, 2109, 2110, 2111, 2112, 2113, 2114, 2115, 2116, 2117, 2118, 2119, 2120, 2121, 2122, 2123, 2124, 2125, 2126, 2127, 2128, 2129, 2130, 2131, 2132, 2133, 2134, 2135, 2136, 2137, 2138, 2139, 2140, 2141, 2142, 2143, 2144, 2145, 2146, 2147, 2148, 2149, 2150, 2151, 2152, 2153, 2154, 2155, 2156, 2157, 2158, 2159, 2160, 2161, 2162, 2163, 2164, 2165, 2166, 2167, 2168, 2169, 2170, 2171, 2172, 2173, 2174, 2175, 2176, 2177, 2178, 2179, 2180, 2181, 2182, 2183, 2184, 2185, 2186, 2187, 2188, 2189, 2190, 2191, 2192, 2193, 2194, 2195, 2196, 2197, 2198, 2199, 2200, 2201, 2202, 2203, 2204, 2205, 2206, 2207, 2208, 2209, 2210, 2211, 2212, 2213, 2214, 2215, 2216, 2217, 2218, 2219, 2220, 2221, 2222, 2223, 2224, 2225, 2226, 2227, 2228, 2229, 2230, 2231, 2232, 2233, 2234, 2235, 2236, 2237, 2238, 2239, 2240, 2241, 2242, 2243, 2244, 2245, 2246, 2247, 2248, 2249, 2250, 2251, 2252, 2253, 2254, 2255, 2256, 2257, 2258, 2259, 2260, 2261, 2262, 2263, 2264, 2265, 2266, 2267, 2268, 2269, 2270, 2271, 2272, 2273, 2274, 2275, 2276, 2277, 2278, 2279, 2280, 2281, 2282, 2283, 2284, 2285, 2286, 2287, 2288, 2289, 2290, 2291, 2292, 2293, 2294, 2295, 2296, 2297, 2298, 2299, 2300, 2301, 2302, 2303, 2304, 2305, 2306, 2307, 2308, 2309, 2310, 2311, 2312, 2313, 2314, 2315, 2316, 2317, 2318, 2319, 2320, 2321, 2322, 2323, 2324, 2325, 2326, 2327, 2328, 2329, 2330, 2331, 2332, 2333, 2334, 2335, 2336, 2337, 2338, 2339, 2340, 2341, 2342, 2343, 2344, 2345, 2346, 2347, 2348, 2349, 2350, 2351, 2352, 2353, 2354, 2355, 2356, 2357, 2358, 2359, 2360, 2361, 2362, 2363, 2364, 2365, 2366, 2367, 2368, 2369, 2370, 2371, 2372, 2373, 2374, 2375, 2376, 2377, 2378, 2379, 2380, 2381, 2382, 2383, 2384, 2385, 2386, 2387, 2388, 2389, 2390, 2391, 2392, 2393, 2394, 2395, 2396, 2397, 2398, 2399, 2400, 2401, 2402, 2403, 2404, 2405, 2406, 2407, 2408, 2409, 2410, 2411, 2412, 2413, 2414, 2415, 2416, 2417, 2418, 2419, 2420, 2421, 2422, 2423, 2424, 2425, 2426, 2427, 2428, 2429, 2430, 2431, 2432, 2433, 2434, 2435, 2436, 2437, 2438, 2439, 2440, 2441, 2442, 2443, 2444, 2445, 2446, 2447, 2448, 2449, 2450, 2451, 2452, 2453, 2454, 2455, 2456, 2457, 2458, 2459, 2460, 2461, 2462, 2463, 2464, 2465, 2466, 2467, 2468, 2469, 2470, 2471, 2472, 2473, 2474, 2475, 2476, 2477, 2478, 2479, 2480, 2481, 2482, 2483, 2484, 2485, 2486, 2487, 2488, 2489, 2490, 2491, 2492, 2493, 2494, 2495, 2496, 2497, 2498, 2499, 2500, 2501, 2502, 2503, 2504, 2505, 2506, 2507, 2508, 2509, 2510, 2511, 2512, 2513, 2514, 2515, 2516, 2517, 2518, 2519, 2520, 2521, 2522, 2523, 2524, 2525, 2526, 2527, 2528, 2529, 2530, 2531, 2532, 2533, 2534, 2535, 2536, 2537, 2538, 2539, 2540, 2541, 2542, 2543, 2544, 2545, 2546, 2547, 2548, 2549, 2550, 2551, 2552, 2553, 2554, 2555, 2556, 2557, 2558, 2559, 2560, 2561, 2562, 2563, 2564, 2565, 2566, 2567, 2568, 2569, 2570, 2571, 2572, 2573, 2574, 2575, 2576, 2577, 2578, 2579, 2580, 2581, 2582, 2583, 2584, 2585, 2586, 2587, 2588, 2589, 2590, 2591, 2592, 2593, 2594, 2595, 2596, 2597, 2598, 2599, 2600, 2601, 2602, 2603, 2604, 2605, 2606, 2607, 2608, 2609, 2610, 2611, 2612, 2613, 2614, 2615, 2616, 2617, 2618, 2619, 2620, 2621, 2622, 2623, 2624, 2625, 2626, 2627, 2628, 2629, 2630, 2631, 2632, 2633, 2634, 2635, 2636, 2637, 2638, 2639, 2640, 2641, 2642, 2643, 2644, 2645, 2646, 2647, 2648, 2649, 2650, 2651, 2652, 2653, 2654, 2655, 2656, 2657, 2658, 2659, 2660, 2661, 2662, 2663, 2664, 2665, 2666, 2667, 2668, 2669, 2670, 2671, 2672, 2673, 2674, 2675, 2676, 2677, 2678, 2679, 2680, 2681, 2682, 2683, 2684, 2685, 2686, 2687, 2688, 2689, 2690, 2691, 2692, 2693, 2694, 2695, 2696, 2697, 2698, 2699, 2700, 2701, 2702, 2703, 2704, 2705, 2706, 2707, 2708, 2709, 2710, 2711, 2712, 2713, 2714, 2715, 2716, 2717, 2718, 2719, 2720, 2721, 2722, 2723, 2724, 2725, 2726, 2727, 2728, 2729, 2730, 2731, 2732, 2733, 2734, 2735, 2736, 2737, 2738, 2739, 2740, 2741, 2742, 2743, 2744, 2745, 2746, 2747, 2748, 2749, 2750, 2751, 2752, 2753, 2754, 2755, 2756, 2757, 2758, 2759, 2760, 2761, 2762, 2763, 2764, 2765, 2766, 2767, 2768, 2769, 2770, 2771, 2772, 2773, 2774, 2775, 2776, 2777, 2778, 2779, 2780, 2781, 2782, 2783, 2784, 2785, 2786, 2787, 2788, 2789, 2790, 2791, 2792, 2793, 2794, 2795, 2796, 2797, 2798, 2799, 2800, 2801, 2802, 2803, 2804, 2805, 2806, 2807, 2808, 2809, 2810, 2811, 2812, 2813, 2814, 2815, 2816, 2817, 2818, 2819, 2820, 2821, 2822, 2823, 2824, 2825, 2826, 2827, 2828, 2829, 2830, 2831, 2832, 2833, 2834, 2835, 2836, 2837, 2838, 2839, 2840, 2841, 2842, 2843, 2844, 2845, 2846, 2847, 2848, 2849, 2850, 2851, 2852, 2853, 2854, 2855, 2856, 2857, 2858, 2859, 2860, 2861, 2862, 2863, 2864, 2865, 2866, 2867, 2868, 2869, 2870, 2871, 2872, 2873, 2874, 2875, 2876, 2877, 2878, 2879, 2880, 2881, 2882, 2883, 2884, 2885, 2886, 2887, 2888, 2889, 2890, 2891, 2892, 2893, 2894, 2895, 2896, 2897, 2898, 2899, 2900, 2901, 2902, 2903, 2904, 2905, 2906, 2907, 2908, 2909, 2910, 2911, 2912, 2913, 2914, 2915, 2916, 2917, 2918, 2919, 2920, 2921, 2922, 2923, 2924, 2925, 2926, 2927, 2928, 2929, 2930, 2931, 2932, 2933, 2934, 2935, 2936, 2937, 2938, 2939, 2940, 2941, 2942, 2943, 2944, 2945, 2946, 2947, 2948, 2949, 2950, 2951, 2952, 2953, 2954, 2955, 2956, 2957, 2958, 2959, 2960, 2961, 2962, 2963, 2964, 2965, 2966, 2967, 2968, 2969, 2970, 2971, 2972, 2973, 2974, 2975, 2976, 2977, 2978, 2979, 2980, 2981, 2982, 2983, 2984, 2985, 2986, 2987, 2988, 2989, 2990, 2991, 2992, 2993, 2994, 2995, 2996, 2997, 2998, 2999, 3000, 3001, 3002, 3003, 3004, 3005, 3006, 3007, 3008, 3009, 3010, 3011, 3012, 3013, 3014, 3015, 3016, 3017, 3018, 3019, 3020, 3021, 3022, 3023, 3024, 3025, 3026, 3027, 3028, 3029, 3030, 3031, 3032, 3033, 3034, 3035, 3036, 3037, 3038, 3039, 3040, 3041, 3042, 3043, 3044, 3045, 3046, 3047, 3048, 3049, 3050, 3051, 3052, 3053, 3054, 3055, 3056, 3057, 3058, 3059, 3060, 3061, 3062, 3063, 3064, 3065, 3066, 3067, 3068, 3069, 3070, 3071, 3072, 3073, 3074, 3075, 3076, 3077, 3078, 3079, 3080, 3081, 3082, 3083, 3084, 3085, 3086, 3087, 3088, 3089, 3090, 3091, 3092, 3093, 3094, 3095, 3096, 3097, 3098, 3099, 3100, 3101, 3102, 3103, 3104, 3105, 3106, 3107, 3108, 3109, 3110, 3111, 3112, 3113, 3114, 3115, 3116, 3117, 3118, 3119, 3120, 3121, 3122, 3123, 3124, 3125, 3126, 3127, 3128, 3129, 3130, 3131, 3132, 3133, 3134, 3135, 3136, 3137, 3138, 3139, 3140, 3141, 3142, 3143, 3144, 3145, 3146, 3147, 3148, 3149, 3150, 3151, 3152, 3153, 3154, 3155, 3156, 3157, 3158, 3159, 3160, 3161, 3162, 3163, 3164, 3165, 3166, 3167, 3168, 3169, 3170, 3171, 3172, 3173, 3174, 3175, 3176, 3177, 3178, 3179, 3180, 3181, 3182, 3183, 3184, 3185, 3186, 3187, 3188, 3189, 3190, 3191, 3192, 3193, 3194, 3195, 3196, 3197, 3198, 3199, 3200, 3201, 3202, 3203, 3204, 3205, 3206, 3207, 3208, 3209, 3210, 3211, 3212, 3213, 3214, 3215, 3216, 3217, 3218, 3219, 3220, 3221, 3222, 3223, 3224, 3225, 3226, 3227, 3228, 3229, 3230, 3231, 3232, 3233, 3234, 3235, 3236, 3237, 3238, 3239, 3240, 3241, 3242, 3243, 3244, 3245, 3246, 3247, 3248, 3249, 3250, 3251, 3252, 3253, 3254, 3255, 3256, 3257, 3258, 3259, 3260, 3261, 3262, 3263, 3264, 3265, 3266, 3267, 3268, 3269, 3270, 3271, 3272, 3273, 3274, 3275, 3276, 3277, 3278, 3279, 3280, 3281, 3282, 3283, 3284, 3285, 3286, 3287, 3288, 3289, 3290, 3291, 3292, 3293, 3294, 3295, 3296, 3297, 3298, 3299, 3300, 3301, 3302, 3303, 3304, 3305, 3306, 3307, 3308, 3309, 3310, 3311, 3312, 3313, 3314, 3315, 3316, 3317, 3318, 3319, 3320, 3321, 3322, 3323, 3324, 3325, 3326, 3327, 3328, 3329, 3330, 3331, 3332, 3333, 3334, 3335, 3336, 3337, 3338, 3339, 3340, 3341, 3342, 3343, 3344, 3345, 3346, 3347, 3348, 3349, 3350, 3351, 3352, 3353, 3354, 3355, 3356, 3357, 3358, 3359, 3360, 3361, 3362, 3363, 3364, 3365, 3366, 3367, 3368, 3369, 3370, 3371, 3372, 3373, 3374, 3375, 3376, 3377, 3378, 3379, 3380, 3381, 3382, 3383, 3384, 3385, 3386, 3387, 3388, 3389, 3390, 3391, 3392, 3393, 3394, 3395, 3396, 3397, 3398, 3399, 3400, 3401, 3402, 3403, 3404, 3405, 3406, 3407, 3408, 3409, 3410, 3411, 3412, 3413, 3414, 3415, 3416, 3417, 3418, 3419, 3420, 3421, 3422, 3423, 3424, 3425, 3426, 3427, 3428, 3429, 3430, 3431, 3432, 3433, 3434, 3435, 3436, 3437, 3438, 3439, 3440, 3441, 3442, 3443, 3444, 3445, 3446, 3447, 3448, 3449, 3450, 3451, 3452, 3453, 3454, 3455, 3456, 3457, 3458, 3459, 3460, 3461, 3462, 3463, 3464, 3465, 3466, 3467, 3468, 3469, 3470, 3471, 3472, 3473, 3474, 3475, 3476, 3477, 3478, 3479, 3480, 3481, 3482, 3483, 3484, 3485, 3486, 3487, 3488, 3489, 3490, 3491, 3492, 3493, 3494, 3495, 3496, 3497, 3498, 3499, 3500, 3501, 3502, 3503, 3504, 3505, 3506, 3507, 3508, 3509, 3510, 3511, 3512, 3513, 3514, 3515, 3516, 3517, 3518, 3519, 3520, 3521, 3522, 3523, 3524, 3525, 3526, 3527, 3528, 3529, 3530, 3531, 3532, 3533, 3534, 3535, 3536, 3537, 3538, 3539, 3540, 3541, 3542, 3543, 3544, 3545, 3546, 3547, 3548, 3549, 3550, 3551, 3552, 3553, 3554, 3555, 3556, 3557, 3558, 3559, 3560, 3561, 3562, 3563, 3564, 3565, 3566, 3567, 3568, 3569, 3570, 3571, 3572, 3573, 3574, 3575, 3576, 3577, 3578, 3579, 3580, 3581, 3582, 3583, 3584, 3585, 3586, 3587, 3588, 3589, 3590, 3591, 3592, 3593, 3594, 3595, 3596, 3597, 3598, 3599, 3600, 3601, 3602, 3603, 3604, 3605, 3606, 3607, 3608, 3609, 3610, 3611, 3612, 3613, 3614, 3615, 3616, 3617, 3618, 3619, 3620, 3621, 3622, 3623, 3624, 3625, 3626, 3627, 3628, 3629, 3630, 3631, 3632, 3633, 3634, 3635, 3636, 3637, 3638, 3639, 3640, 3641, 3642, 3643, 3644, 3645, 3646, 3647, 3648, 3649, 3650, 3651, 3652, 3653, 3654, 3655, 3656, 3657, 3658, 3659, 3660, 3661, 3662, 3663, 3664, 3665, 3666, 3667, 3668, 3669, 3670, 3671, 3672, 3673, 3674, 3675, 3676, 3677, 3678, 3679, 3680, 3681, 3682, 3683, 3684, 3685, 3686, 3687, 3688, 3689, 3690, 3691, 3692, 3693, 3694, 3695, 3696, 3697, 3698, 3699, 3700, 3701, 3702, 3703, 3704, 3705, 3706, 3707, 3708, 3709, 3710, 3711, 3712, 3713, 3714, 3715, 3716, 3717, 3718, 3719, 3720, 3721, 3722, 3723, 3724, 3725, 3726, 3727, 3728, 3729, 3730, 3731, 3732, 3733, 3734, 3735, 3736, 3737, 3738, 3739, 3740, 3741, 3742, 3743, 3744, 3745, 3746, 3747, 3748, 3749, 3750, 3751, 3752, 3753, 3754, 3755, 3756, 3757, 3758, 3759, 3760, 3761, 3762, 3763, 3764, 3765, 3766, 3767, 3768,

jeder faserigen Masse bereiten kann. Gegenwärtig werden fast nur Pflanzenfasern zur Papierbereitung verwendet, weil selbst die schon mehrfach wieder verwendete Thierfaser anderweitig besser verwerthet werden kann und für die Papierfabrikation zu kostspielig ist.

In ausländischen Papieren findet man daher oft eine grosse Anzahl von fremden Fasern, deren Bestimmung natürlich grosse Schwierigkeiten macht. Fasst man jedoch nur die gewöhnlich vorkommenden Papiere ins Auge, so kommen nur folgende Fasern in Betracht: Baumwolle, Lein, Hanf, Jute, Maislieschenstroh; Getreidestroh; Espartostroh, Bambusfaser, Reisstroh; Holz; Papiermaulbeerbaumbast, Sunnfaser; Bast von *Lagetta Lintearia*. Auch die ausgepressten oder ausgezogenen Halme des Zuckerrohres sind ein wichtiger Rohstoff für die Papierfabrikation.

In der Mehrzahl der Papiere findet man blos Leinenfaser, Baumwolle, Getreidestroh und Holzstoff. Die übrigen der genannten Rohstoffe und viele andere¹⁾ kommen viel seltener vor. Doch haben für Untersuchungszwecke noch Esparto, Bambus, Jute, Mais-, Reis-, Papiermaulbeerbaum- und Hopfenfaser Bedeutung.

Im Folgenden sollen nun die wichtigeren Papierfaserstoffe einer Besprechung unterzogen werden:

1. Leinenfaser. Man würde sich irren, wenn man erwarten würde, dass die Leinenfaser im Papiere ebenso aussieht, wie in einem Gewebe. In der Regel wird Leinenpapier aus Hadern erzeugt, nur ganz ausnahmsweise aus Werg. Schon in den alten Leinenhadern erscheinen die Leinenfasern vielfältig zerschlitzt, gestreift, gespalten und mehr oder weniger zerstört. Noch mehr ist dies im Papiere der Fall, namentlich in feineren Sorten. Charakteristisch sind die knötigen Anschwellungen der Leinenfaser, welche an den Verschiebungsstellen entstehen. Längsrisse und Spalten sind so häufig, dass das Lumen kaum mehr zu erkennen ist, und namentlich an den Enden ist die Leinenfaser im Papiere oft ganz in feine Fibrillen zerlegt.

2. Hanffaser. Diese kommt in manchen Papieren in wohl-erhaltenem Zustande vor. Solche Papiere werden aus Hanfwerg gemacht, z. B. Banknotenpapiere u. a., die sich durch eine grosse Dauerhaftigkeit und Festigkeit bei geringer Dicke auszeichnen sollen. Aus alten Hanfhadern erzeugte Papiere zeigen ebenso demolirte Fasern wie die Leinenpapiere. Da aber die Hanffasern etwas spröder sind, so erscheinen die abgerissenen Enden etwas kurzfaseriger als bei der Leinenpapierfaser. Immer findet man auch weniger zerstörte Fasern, welche es gestatten, die Hanffaser auch im Papiere mit Sicherheit zu bestimmen.

3. Baumwolle ist immer leicht an der gut erhaltenen Wandung und der stets nachweisbaren Cuticula zu erkennen. Letztere ist allerdings nicht mehr an allen Stellen der Wandung vorhanden und vielfältig zerrissen. Aber die nach Behandlung der Faser mit Schwefel-

¹⁾ Siehe Aufzählungen von solchen bei Royle, *The fibrous plants of India*, London 1855, p. 392 ff., und J. Wiesner, *Oesterr. botan. Zeitschrift* 1864, Nr. 3.

säure zurückbleibenden Stücke der Cuticula sind so charakteristisch, dass die Baumwolle immer mit Sicherheit erkannt werden kann, selbst wenn sie im Papiere in stark demolirtem Zustande vorhanden ist. Die Zellwand ist häufig zerklüftet, zeigt aber nie die knotigen Anschwellungen wie der Hanf und Flachs.

4. Stroh von Weizen, Roggen, Hafer, Reis und von Maislieschen ist immer daran im Papiere leicht zu erkennen, dass neben den

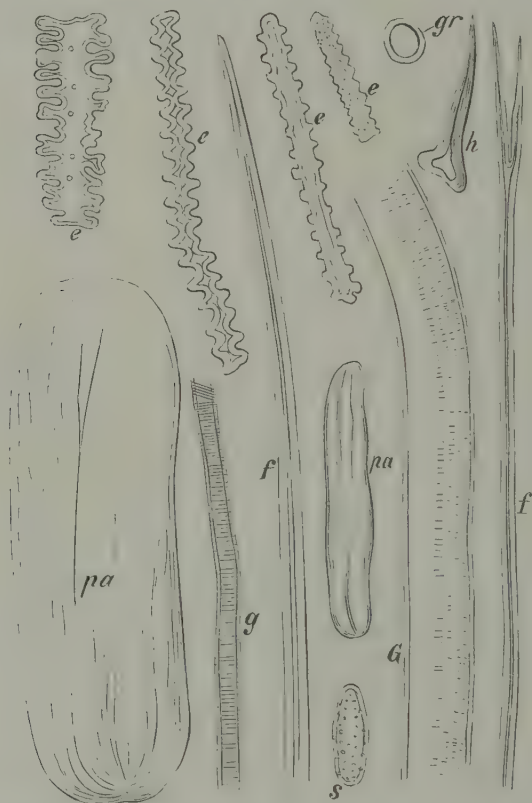


Fig. 30. Gewöhnlicher Strohstoff. *pa* Parenchymzelle des Markes, *e* Epidermiszellen, *f* Fasern, *g* Ring- und Spiralgefäss, *u* Netz- und Tiptelgefäss, *gr* Gefässring, *h* Haare, *s* kurze Sklerenchymelemente. Vergr. 340.

ziemlich charakteristischen Fasern noch andere überaus leicht kenntliche Elemente vorkommen. Es sind dies Bündel von meist dünnen Spiral- und Netzgefässen oder Bruchstücken von solchen (Fragmente von spiraligen Verdickungen, einzelne Ringe etc.). Ferner grosse, leere Parenchymzellen, meist weit, dünnwandig, kurz, mit abgerundeten Ecken, oder lang; im letzteren Falle bis 33 μ breit, häufig porös verdickt. Drittens, stark verdickte und verkieselte Epidermis-

zellen. Diese sind höchst charakteristisch geformt und gestatten es, Strohstoff im Papiere sofort mit grösster Sicherheit zu erkennen. Sie sind flach, besitzen dicke Aussenwände und dünne Innenwände; die Seitenwände zeigen zahlreiche regelmässige Buchten, so dass die oft langen und schmalen Epidermiszellen wie doppelt gesägt aussehen. (S. Fig. 30, 31, 32.)

Die Fasern der vier erstgenannten Stroharten sind beiläufig so breit, wie die Leinenfasern, aber dabei kürzer. Sie sind nicht verholzt und relativ dünnwandiger als die Leinenfaser. Die Enden sind fast immer spitz, oft gegabelt. Auffallend sind ferner die zahlreichen Verschiebungen, welche aber nicht schon ursprünglich vorhanden waren, sondern erst eine Folge der Zubereitung des Strohstoffes sind. Die Strohfasern sind ferner auch sehr ungleichmässig dick. Neben sehr dünnen findet man sehr dicke und kurze. Ein wichtiger Unterschied besteht zwischen Stroh- und Leinenfaser in dem Erhaltungszustande. Die Strohfasern sind im Papiere stets gut kenntlich mit allen ihren Eigenschaften, namentlich sind die spitzen, oft gabeligen Enden gut zu sehen, während die Leinenfaser fast nur in Form von Bruchstücken vorkommt, welche meist noch überdies zerklüftet sind. Nach Wiesner sind die mittleren Durchmesser der Strohfasern folgende:

Gerste 5—12, Roggen 9—17, Hafer 10—21 und Weizen 10—21 μ . Die Fasern der Maislieschen sind schon durch ihren grossen Durchmesser (10—82 μ), ferner durch ihre Gestalt von

den gewöhnlichen Strohstofffasern unterschieden. Sie haben nämlich meist stumpfe, gabelförmige, knorrige Enden, die oft sogar fast geweihartig aussehen. Ihre Länge beträgt 0.4—5.6 mm, ist also bedeutend. Die Fasern sind in der Regel relativ dünnwandig, nur sehr selten erscheint das Lumen nur als schmale Linie. Sie enthalten nach Wiesner einen eisengrünenden Gerbstoff und sind im Gegensatz zu den Fasern von Hafer, Gerste, Reis, Weizen und Roggen verholzt.

Maislieschenpapier (s. Fig. 32) kann man daher schon an den Fasern stets von gewöhnlichem Strohpapier und echtem Reispapier unterscheiden. Alle Strohpapierarten kann man hingegen nur mit

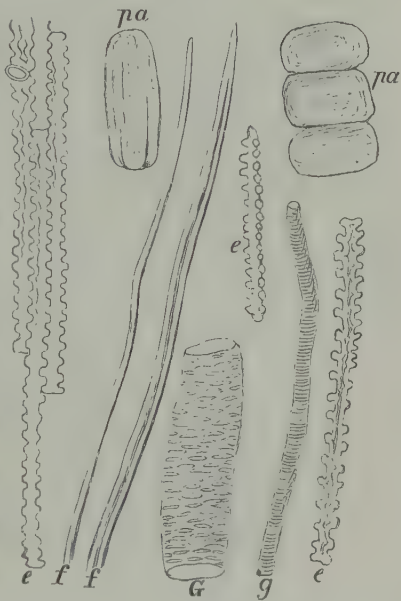


Fig. 31. Reisstrohpapier. *e* Epidermiszellen im Zusammenhange und vereinzelt, *f* Fasern, *pa* Parenchym, *G* grosses Netzgefäss, *g* Ring- und Spiralgefäss. Vergr. 340.

Hilfe der Oberhautzellen mit Sicherheit von einander unterscheiden, und zwar sowohl durch die Form, als auch die Dimensionirung der Epidermiszellen. Diese haben nach Wiesner¹⁾ folgende Abmessungen:

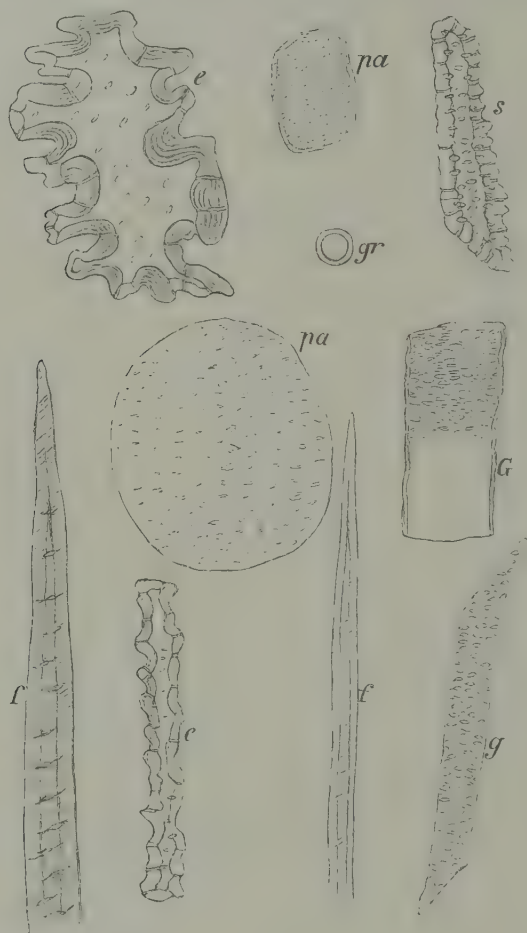


Fig. 32. Maislieschenstrohstoff. *e* Epidermiszellen, *pa* derb- und dünnwandiges Parenchym, *s* Sklerenchymelement, *g* schmales Netzgefässglied, *f* Faserende, *G* Gefäss, *gr* Gefässring. Vergr. 340.

Maisliesche . .	108—252	„	lang und	36—90	„	breit
Roggenstroh . .	86—345	„	„	16—10	„	„
Espartostroh . .	28— 88	„	„	7—19	„	„
Gerstenstroh . .	103—224	„	„	12—14	„	„
Weizenstroh . .	152—449	„	„	18—24	„	„
Haferstroh . .	186—448	„	„	12—17	„	„

¹⁾ Technische Mikroskopie, 1867, p. 96.

Was die Unterschiede in den Formen anbelangt, so zeigen Hafer-, Roggen- und Weizenstroh rechteckige Epidermiszellen. Die Seitenwände sind beim Roggenstroh stark wellig, beim Weizenstroh fast gerade und beim Hafer schwach wellig. Gerstenstroh zeigt mehr unregelmässige, fast rhomboidische Formen der Epidermiszellen. Ganz unregelmässige und sehr breite und derbwandige Epidermis-



Fig. 33. Esparto-Papierstoff. *s* kurze Sklerenchymelemente, *l* Stabzellen, *f* Fasern, *h* Haare, *e* Epidermiszellen. Vergr. 340.

zellen kommen im Maislieschenstrohpapier vor. Dieselben stehen oft in grossen Gruppen (die bis 1 qmm gross sind).¹⁾

Reisstroh (Fig. 31) besitzt sehr schmale Fasern (meist 7 μ breit) und schmale, relativ sehr lange Epidermiszellen, mit auffallend dicken Aussenwandungen, welche warzenförmige Verdickungen aufweisen. Die chinesischen Reispapiere (meist Tapetenpapiere) sind häufig mit Stärkekleister geleimt und enthalten auch meist Parenchymzellen, welche etwas Stärke führen.

5. Espartopapier erweist sich bei der mikroskopischen Untersuchung sofort als in die Kategorie der Stroh-papiere gehörig, ist von den gewöhnlichen dieser sofort durch die eigenthümlichen

¹⁾ Wiesner in Dingl. Polyt. Journ., Bd. 175, p. 226 ff.

Epidermiszellen unterscheidbar. Die genauere Beschreibung siehe Seite 54 und bei Fig. 33.

6. Bambusrohr wird in China, Jamaica, England und anderen Ländern viel zu Papierstoff verarbeitet.¹⁾ Namentlich jene feinen Papiere, welche unter dem Namen chinesische Seidenpapiere bekannt sind, werden aus Bambusrohr, und zwar zum Theile aus altem Bambusrohrholz, zum Theile aus jüngeren Trieben erzeugt.

Man findet nach Wiesner in den Bambuspapieren sehr verschieden gestaltete Bastfasern, die sich auf folgende drei Formen

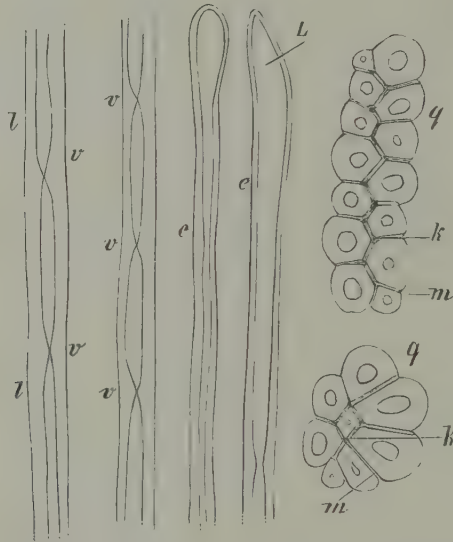


Fig 34. Jutefaser. *e* Spitzen mit runden Enden und weitem Lumen *L*, *l* Längsabschnitte mit Verengerungen des Lumens bei *v*, *q* Querschnitte mit schmalen Mittellamellen *m* und knotenartigen Verdickungen an den Stellen, wo je drei Fasern zusammenstossen. Vergr. 325.

zurückführen lassen; nämlich: 1. Kurze (Mittellänge 720 μ), schmale, die nur ein linienförmiges Lumen haben. 2. Lange, weite, schwach verdickte von 17 μ Durchmesser, und endlich lange bandförmig flache Fasern von sehr wechselnder Breite, welche oft ähnlich der Baumwolle gedreht sind. Selbstverständlich findet man in der Bambuspapiermasse auch hie und da Gefässe (Netz- und Poren-, sowie Ringgefässe und spiralig verdickte). Oft sieht man im Papiere einzelne Ringe.

7. Jute. Siehe die genaue Beschreibung p. 43; ferner die beistehende Fig. 34.

¹⁾ Löffler, Das chinesische Zuckerrohr (Kaolin), 1859, p. 84.

8. Papiermaulbeerbaum. Siehe Seite 46 und Fig. 35. Besonders charakteristisch sind bei dieser Faser die dünnen, lockeren und weiten Cellulosescheiden, von welchen sie umgeben ist, ferner die kurzstäbchenförmigen oder prismatischen Krystalle, die nicht selten im Papiere an den Fasern haften. Besonders im Polarisationsmikroskop sind sie leicht zu finden. Die Papiermaulbeerbaumfaser ist die längste der verwendeten Papierfasern. Daher die Zähigkeit der japanesischen und einiger chinesischer Papiere aus diesem Stoffe.

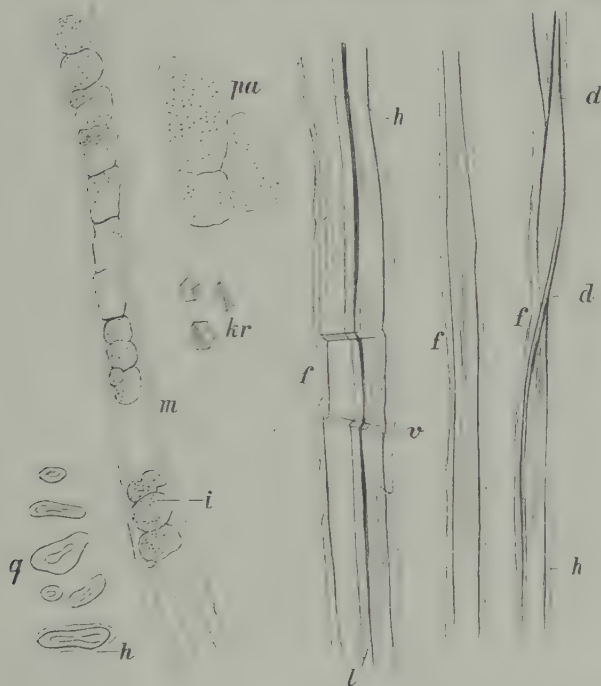


Fig. 35. Papier-Faserstoff vom Papiermaulbeerbaum (*Broussonetia papyrifera*). *q* Querschnitte mit der Hüllmembran *h*, *m* Milchröhre mit coagulirtem Inhalte *i*, Bastparenchym *pa*, Oxalatkrystalle *kr*, Bastfasern *f*, mit Hülle *h*, Verschiebungen *v*, Lumen *l*, Drehungsstellen *d*. Vergr. 340.

Daher auch die Möglichkeit, aus dieser Faser netzförmig durchsichtige, äusserst zarte Papiere zu erzeugen.

9. *Lagetta Lintearia*. Die Papierfaser der »Nepal paper plant« ist auf Seite 48 beschrieben.

10. Holzstoff. Unter diesem Namen versteht man die durch Schleifen, also einen mechanischen Process, gewonnene Holzfaser. Im Holzstoffe sind begreiflicher Weise sämtliche Elemente des Holzes vorhanden. Deshalb sind Holzstoffe nicht nur mikroskopisch leicht zu kennen, sondern ist auch die Feststellung der Abstammung fast stets mit voller Sicherheit möglich.

Zur Herstellung des Holzstoffes dienen hauptsächlich die weichen Holzgattungen und zwar theils von Nadelhölzern, theils von Laubhölzern. Von ersteren werden verwendet Fichten-, Tannen- und Föhrenholz. Von den letzteren ^{Aspen} Linden-, Weidenholz.

Die Holzstoffarten aus Nadelhölzern sind charakterisirt durch die mit grossen, kreisrunden Hoftüpfeln bedeckten Tracheiden. Diese sind meist flach, gewöhnlich durch den Schleifprocess mehr oder weniger zerrissen und zerfasert, und haben stumpfe breite Enden, sie sind ferner relativ dünnwandig.

Die Holzstoffe aus Laubhölzern entbehren dieser charakteristischen Tracheiden, besitzen dafür wieder zahlreiche kurze und breite Gefässglieder, welche ganz dicht mit kleinen, sich gegenseitig berührenden und abplattenden Hoftüpfeln bedeckt sind. Ausserdem kommen darin dünne Fasern (Libriform- oder Holzfasern) vor, welche (bei den genannten weichen Hölzern) meist nur wenig verdickt sind.

Handelt es sich darum, zu entscheiden, welche Nadelholzart ein Papier aufweist, so genügen dazu die Tracheiden nicht mehr, denn diese sind bei allen fast gleich gebaut. Hingegen sind die Markstrahlzellen, welche in jedem Holzstoffe massenhaft vorkommen, bei den in Rede stehenden Nadelhölzern höchst verschieden beschaffen. Ich gebe hier nur kurz die wichtigsten Kennzeichen an, welche zur Unterscheidung genügen, sowie die charakteristischen Figuren 36, 37 und 38. Die Markstrahlzellen erscheinen im Holzstoffe als meist parallel zusammenhängende backsteinförmige Zellen. Sind alle diese Zellen mit einfachen rundlichen Poren versehen, so hat man es mit Tannenholzstoff zu thun. (Fig. 37.) Findet man neben solchen einfach porösen Markstrahlzellen noch solche, welche kleine, behöft Tüpfel aufweisen, so liegt Fichtenholzstoff vor. (Fig. 38.) Ist endlich ein Theil der Markstrahlzellen mit grossen und auffallenden Zacken versehen, welche weit ins Lumen hineinragen (in welchem man kleine Hoftüpfel findet), während die Uebrigen eine Reihe von grossen, rundlich viereckigen (scheinbaren) Löchern, die fast die ganze Breite des Lumens einnehmen, zeigen, so besteht das Papier aus Föhrenholzstoff. (Fig. 36.)

Bezüglich der Unterscheidung der Hauptlaubholzstoffarten beschränke ich mich auf das Nothwendigste.

Die Holzstoffelemente von Weide (Fig. 39), Aspe und Linde sind sehr dünnwandig, die vom Ahorn dickwandig. Das Holzzeug von der Linde zeigt Gefässglieder und Tracheiden, welche nebst Hoftüpfeln noch ein breites Spiralband aufweisen. Dabei sind erstere bis über 60 μ breit. Auch der Ahornholzstoff zeigt manchmal Gefässglieder, die getüpfelt und spiralig verdickt sind, doch meist ist nur die Tüpfelung oder spiralige Verdickung allein vorhanden. Weide und Aspe haben sehr ähnlich gebaute Hölzer mit Gefässen, die ganz mit sechsseitigen Hoftüpfeln bedeckt sind.

Papier oder Papierstoff, mit Holzstoff, zeigt immer die Holzstoffreactionen in der deutlichsten Weise. Schwefelsaures Anilin erzeugt z. B. eine intensiv goldgelbe Färbung u. s. w. (S. Seite 12 und 22.)

Aspen
Linde
Ahorn

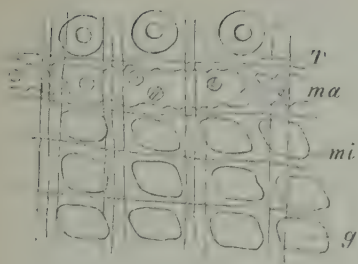


Fig. 36.

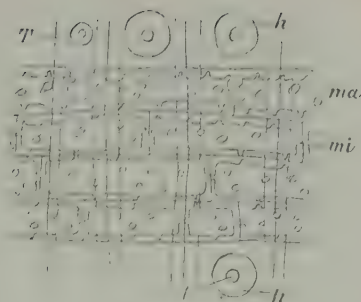


Fig. 37.

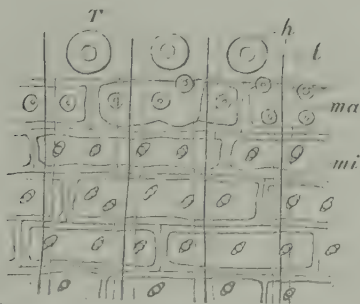


Fig. 38.

Fig. 36, 37 und 38. Radialsechnitte durch Nadelhölzer. Fig. 36 Weissföhrenholz, Fig. 37 Tannenholz, Fig. 38 Fichtenholz. *ma* äussere Markstrahlenzellen, *mi* innere, *h* Hof, *t* Porus der Holztüpfel, *T* Tracheiden, *g* grosse rhombische Tüpfel der inneren Markstrahlelemente der Föhre. Vergr. 340.

Abies pectinata
Silver Fir

Fig. 38.
Hirway Shrub. exal.

2. Gemeiner Lief

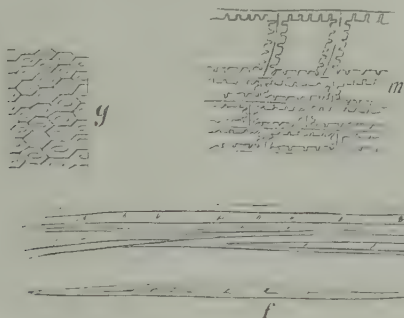


Fig. 39. Holzelemente der Weide. *g* Tüpfelgefäß, *m* Markstrahl, *j* Holzfasern
Vergr. 340.

Ferner ist zu bemerken, dass es wohl Pappe, nicht aber Papiere giebt, die ganz aus Holzzeug bestehen. Man wird also bei Papieren, in welchen man Holzstoff nachgewiesen hat, stets noch

nach anderen Fasern suchen müssen, die nach Anwendung der Holzstoffreactionen sofort auf das Deutlichste hervortreten.

11. Holzcellulose. Wenn man Holz auf chemischem Wege (z. B. durch verdünnte Natronlauge bei hohem Drucke) in seine Elemente zerlegt, so heisst das erhaltene Material Cellulose oder Holzcellulose. Während das Holzzeug oder der Holzstoff die Ligninreactionen (siehe Seite 22) in sehr auffallender Weise zeigt, giebt cellulosehaltiges Papier dieselben nicht oder nur sehr schwach. Durch die Maceration wird aber nicht nur das Lignin zerstört, sondern auch sonst die Be-

schaffenheit der Holzelemente verändert, so dass man Holzcellulose unter dem Mikroskope nicht so leicht erkennt als Holzstoff.¹⁾

Cellulose wird, wie es scheint, nur aus den mehr langfaserigen Nadelhölzern gewonnen.

Die Fasern erscheinen breit, bandartig, vielfältig gedreht und sind oft der Baumwolle ähnlich (aber breiter); dünnwandig; hie und da sieht man, aber immer nur undeutlich, die grossen Hoftüpfel. Am besten bringt man sie zur Ansicht, wenn man die Fasern mit Chlorzinkjod behandelt. Dabei werden alle oder die Mehrzahl derselben violett, andere nehmen dann eine schmutzigviolette bis gelbe Färbung an, und treten die Spuren der grossen Hoftüpfel deutlich hervor. Die Fasern sind 30 μ bis über 60 μ breit und zeigen keine Verschiebungen. Sie sind auch fast gar nicht zerfasert, während die des Holzstoffes stark zerrissen und zerfasert sind. Die Enden sind meist breit, dünnwandig, abgerundet, stumpf. Markstrahlelemente sind nur

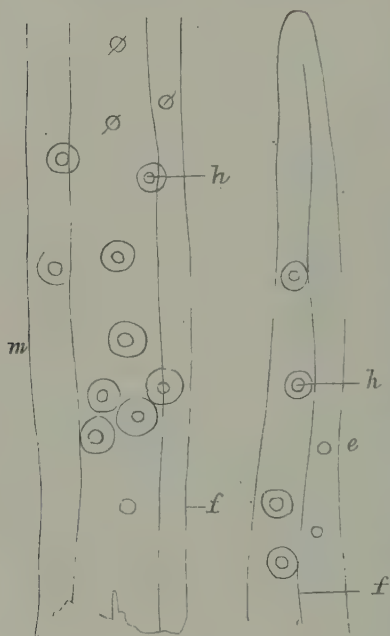


Fig. 40. Stücke von Nadelholztracheiden aus Holzcellulose. *m* Mittelstück, *e* Ende, *h* Hoftüpfel, *f* Vorderkante der Tracheide.

spärlich zu finden und zeigen nur undeutliche Structurverhältnisse. (S. Fig. 40.)

Aus diesen Angaben geht hervor, dass schon ohne Reactionen Holzstoff und Holzcellulose auf das Leichteste und Sicherste unterschieden werden können.

12. Hopfenfaser. Die Beschreibung siehe pag. 45. Wird hauptsächlich zu feinen Papieren verwendet. In solchen sind jedoch die Einzelfasern so stark zerstört, dass sie nur schwer zu bestimmen sind.

¹⁾ Siehe auch Wiesner: Dingl. Polyt. Journal, Band 201, Seite 156.

Pergamentpapier (auch vegetabilisches Pergament, Phytoperament, Papyrine, Membranoid genannt) besteht, unter dem Mikroskope betrachtet, aus ziemlich stark angequollenen Fasern (meist Baumwolle oder Flachs), welche (in Amyloid verwandelt) sich direct mit Jod allein blau färben. Man wird daher Pergamentpapier bei der mikroskopischen Untersuchung stets leicht von ähnlichen Papieren und Producten unterscheiden können.

Es kann selbstverständlich nicht die Aufgabe vorliegenden Werkes sein, alle in groben Papieren, Packpapieren, Pappen, Papiermachés u. dgl. vorkommenden mannigfaltigen Materialien nach ihren mikroskopischen Merkmalen zu schildern, um so mehr, als nicht selten in derartigen groben Fabrikaten auch makroskopisch gut kenntliche Materialstückchen zu finden sind. Im Uebrigen kann man die eventuelle Bestimmung durch den directen Vergleich vornehmen. Ich erwähne, dass, von den bereits angeführten Faserstoffen abgesehen, noch diverse Blätter (Tabakblatt-rippen auch zu feinen Cigarrettenpapieren), Moose, Stroh, Heu, Schilf zur Grobpapierfabrikation dienen.

2. Untersuchung des Papierfarbstoffes. Gefärbte Papiere werden wohl in der Regel von dem Chemiker makroskopisch auf die Farbe geprüft, nach den Reactionen, welche die Farbstoffe mit gewissen Reagentien geben. Man findet diese Reactionen in den bekannten technologischen Werken von Bolley, Post u. A. angegeben. Speciell für Papiere wäre einzusehen das Werk von J. Erfurt, »Das Färben des Papierstoffes.« Berlin, wo pag. 164 die Erkennungsmittel der Papierfarben angegeben sind.

Wenn es sich aber z. B. um die Feststellung der Färbung von ganz schwach gefärbten Papieren handelt, welche gewöhnlich als weisse Papiere gelten, so wird man zur mikrochemischen Untersuchung greifen müssen, bei welcher übrigens selbstverständlich dieselben Reactionen Anwendung finden.

Die weissen Papiere enthalten gewöhnlich etwas blauen Farbstoff, der entweder in Form von Körnchen oder die Faser färbend auftritt. Das erstere ist bei Smalte¹⁾, Ultramarin und meist auch Berlinerblau der Fall, während Anilinblau, Blauholzblau und Indigo die Faser selbst gleichmässig färben. Die Reactionen, welche zur Erkennung der Art der Bläuung weisser Papiere führen, sind folgende:²⁾

a) Kaliblau (Berliner- und Pariserblau), von Alkalien zerstört, Chlorkalklösung verändert die Farbstoffkörnchen nicht.

b) Blauholzblau wird durch Chlorkalklösung entfärbt und widersteht den Alkalien. Holzblau wird mit Salzsäure roth.

c) Ultramarin wird von Salzsäure unter Schwefelwasserstoff-entwicklung entfärbt.

¹⁾ Wohl jetzt nur mehr in älteren Papieren zu finden.

²⁾ Erfurt: Das Färben des Papierstoffes, pag. 167.

d) Indigoblau (fast nur in solchen Papieren, welche aus blauen Hadern gewonnen werden) wird durch Chlorkalkwasser und Salpetersäure zerstört und widersteht den Alkalien.

e) Anilinblau wird durch Natronlauge sehr schnell entfärbt und nimmt eine schmutzige Färbung an. Chlorkalklösung entfärbt vollständig. Anilinblau wird häufig mit Berlinerblau zusammen verwendet. Behandelt man ein solches Papier mit Chlorwasser, so bleibt Berlinerblau zurück. Behandelt man es mit Salzsäure, so bleibt das Papier unverändert, während bei Gegenwart von Holzblau eine Rothfärbung eintritt.

f) Smalte tritt im Papiere in Form von kleinen Glassplittern auf, die weder von Säuren noch durch Alkalien angegriffen werden. Dünne Smaltesplitter erscheinen unter dem Mikroskope fast farblos. Ultramarin und Berlinerblaukörner sind viel dunkler. Die ersten sind durchscheinend und hellblau, letztere, besonders wenn sie dicker sind, schwarz und kantendurchscheinend.

3. Prüfung der Füllmasse des Papiers. Die Füllstoffe des Papiers haben den Zweck, die Zwischenräume, welche die sich mannigfaltig kreuzenden Fasern mit einander bilden, mehr oder weniger auszufüllen, das Papier schwerer, dichter zu machen und ihm einen gewissen »Klang« zu geben. Es wird ferner hierbei weisser und undurchsichtiger.

Als Füllstoffe dienen Stärke, schwefelsaurer Kalk (Pearl hardening), und bei gröberen Papieren auch gemahlener Gyps (Annaline), Schwerspath und feine geschlemmte Kaolinerde (Lenzin).

An Stärkesorten wurden in Papieren bisher gefunden: Reisstärke in japanesischen Papieren, Weizenstärke in europäischen Seidenpapieren, während Kartoffelstärke in Brief- und anderen Luxuspapieren in der Menge von 2—8% vorkommt. Namentlich in der Masse geleimte Papiere enthalten fast stets etwas Stärke. Die Stärke dient hierbei auch als Fixierungsmittel der anorganischen, gleichzeitig vorkommenden Füllstoffe.

Annaline ist ungebrannter Gyps (der kein Wasser bindet); Pearl hardening ist Gyps in sehr fein vertheiltem Zustande, erhalten durch Fällen von Chlorealcium mit Schwefelsäure (besonders in Sodafabriken als Nebenproduct erzeugt). Abgesehen davon, dass man die genannten anorganischen Füllmassen schon an den verschiedenen Formen, welche sie unter dem Mikroskope darbieten, unterscheiden kann, ist auch leicht, die drei chemischen Verbindungen, welche Gyps, Kaolin und Schwerspath darstellen, mikrochemisch unter dem Deckglase von einander zu trennen.

4. Die Leimung des Papiers kann ebenfalls mikrochemisch festgestellt werden. Der Papierleim ist entweder thierischer Leim oder ein vegetabilisch-mineralischer. Letzterer wird gegenwärtig fast ausschliesslich angewendet und besteht der Hauptsache nach aus einer Thonerde-Harzseife mit etwas (1—2% des Papiergewichtes) Stärkezusatz. In England ist hingegen die thierische Leimung des

Papieres üblich. Hie und da wird auch eine Thonerde-Wachsseife zur Papierleimung verwendet.

Die Thonerde-Harzseifenleimung verräth sich schon durch die Gegenwart des Stärkekleisters. Thierlein giebt mit dem Millon'schen Reagens (salpetersaures Quecksilberoxydul) eine ziegelrothe Färbung. Die Thonerde lässt sich ausserdem mikrochemisch in der Asche des Papiers nachweisen.

5. Papiere mit Zellenstructur. Das sogenannte chinesische Reispapier und der Papyrus der Alten sind Papiere, welche in ihren mikroskopischen Eigenschaften völlig von den bisher besprochenen abweichen. Sie bestehen der Hauptsache nach aus dünnwandigen leeren Parenchymzellen und werden durch Schneiden mit dem Messer aus Pflanzenmark, resp. monocotylen weichen Stengeln erhalten.¹⁾

1. Chinesisches sog. Reispapier (*papier de riz*) wird mit Hilfe einfacher Vorrichtungen spiralig aus dem Marke von *Aralia papyrifera* herausgeschnitten. Die erhaltenen Blätter werden dann gepresst und erreichen eine Grösse bis zu 11 Quadratdecimeter. Jedes Blatt besteht nur aus einem einzigen Stücke, von 250—300 mm Dicke. Nur kleinere schlechtere Sorten erscheinen aus 1—2 cm breiten Streifen zusammengesetzt, welche aus dem Marke in radialer Richtung herausgeschnitten sind. Diese Sorten erscheinen in Folge dessen längsgestreift, was aber zum Theile auch davon herrührt, dass das Mark in radialer Richtung inhomogen ist (aus dichterem und weniger dichten Schichten besteht). Das Mikroskop zeigt polyedrische Parenchymzellen, welche ganz mit Luft erfüllt sind, die man mit Alkohol leicht verdrängen kann. Die Zellen sind der Länge nach gestreckt und messen 135—180 μ in der Länge und 54—92 μ in der Breite. Die Zellen sind mit kleinen Poren versehen und manche enthalten Krystalldrusen von oxalsaurem Kalk.

2. Der Papyrus der Alten wurde aus dem Gewebe der Halme von *Cyperus Papyrus* (Papyrusstaude) geschnitten. Dieses Gewebe besteht aus einem lockeren, fast schneeweissen, Hollundermarkähnlichen Parenchym, in welchem zahlreiche der Länge nach verlaufende Gefässbündel eingelagert sind. Ebenso verlaufen die massenhaft vorkommenden weiten Intercellulargänge. Die Papyrusrollen sind in der Weise erzeugt, dass das Mark in sehr dünne Blätter zerschnitten wurde, und diese meist in drei Lagen nicht parallel, sondern gekreuzt zusammengeklebt wurden. Daher zeigen die antiken Papyrusse zwei auf einander senkrecht stehende Streifensysteme; welche von den Gefässbündeln verursacht werden. Die Markblätter sind nach Wiesner etwa 80 μ dick. Die Parenchymzellen sind gross und dünnwandig, und enthalten fast stets kleine Krystalle von oxalsaurem Kalk. Die Gefässbündel sind selbst in alten Stücken noch wohl erhalten und lassen ihre histologischen Bestandtheile aufs deutlichste unter dem Mikroskope erkennen.

¹⁾ Wiesner, Rohstoffe, p. 460.

4. Literatur der Mikroskopie der Pflanzenfasern.

- Hermann Schacht, Die Prüfung der im Handel vorkommenden Gewebe durch das Mikroskop. Berlin 1853.
- J. Wiesner, Rohstoffe des Pflanzenreiches, Wien 1873, p. 290 f.
- J. Wiesner, Beiträge zur Kenntniss der indischen Faserpflanzen. Sitzungsber. d. Wr. Akad. d. W. 62. Bd., II., Juli 1870.
- Fr. v. Höhncl, Die Unterscheidung der pflanzlichen Textilfasern. Dingl. Polytechn. Journal, Bd. 246, S. 465.
- Victor Berthold, Ueber die mikroskop. Merkmale der wichtigsten Pflanzenfasern. (Mittheil. a. d. Laborator. f. technische Mikroskopie a. d. technischen Hochschule in Wien.) Beilage z. Zeitschr. f. landw. Gewerbe, 1883, Nr. 3 u. 4.
- M. Vétillard, Etudes sur les fibres végétales textiles. Paris 1876.
- Fr. v. Höhncl, Ueber pflanzliche Faserstoffe. Wien 1884.
- Thom. Christy, New commercial Plants and drugs. Nr. 6 (1882).
- Karmarsch u. Heeren, Technisches Wörterbuch, III. Aufl., 1876, Artikel Baumwolle (v. Kick) und Gespinnstfasern (v. A. Vogl).
- Fr. v. Höhncl, Ueber den Bau und die Abstammung der Tillandsiafaser. Dingl. Polyt. Journal, 1879, Bd. 234, pag. 407.
- J. Wiesner, Einleitung in die technische Mikroskopie, 1867.
- H. Grothe, in Muspratt's Chemie, II. Aufl., V. Bd., Textilindustrie.
- Bolley, Beiträge zur Theorie der Färberei.
- Oschatz, Ueber den Bau der wichtigsten verwendbaren Faserstoffe. Polytechn. Centralblatt, neue Folge, Bd. II (1848), p. 1279 u. p. 1415 (mit sehr guten Abbildungen).
- Hoyer, Das Papier, seine Beschaffenheit und deren Prüfung, München 1882.

II. Thierwollen und Haare.

1. Allgemeines.

Die Haare der höheren Thiere sind bekanntlich kegelförmige oder cylindrische Horngebilde, welche in der Haut entwickelt werden. Sie befinden sich einzeln oder gruppenweise in röhrenförmigen Taschen der Haut, und zeigen an der Basis eine zwiebelartige Anschwellung (Haarzwiebel, Haarwurzel), welche auf einer Papille am Grunde der Haartaschen sitzt.

Bekanntlich besteht die Haut aus zwei Schichten. Die äussere ist die Epidermis und besteht aus Hornzellen (und Schleimzellen, welche sich zu Hornzellen umwandeln). Die innere ist die Cutis oder Lederhaut; sie besteht aus Bindegewebsfasern, die der Hauptsache nach aus leimgebender Substanz zusammengesetzt sind. Da die Haare gebildet ganz aus verhornten Elementen zusammengesetzt sind, so sind sie als Theile oder fadenförmige Fortsetzungen der Hornhaut zu betrachten.¹⁾

Von den feinsten Flaumhaaren bis zu den langen Stacheln des Stachelschweines finden sich alle Uebergänge in der Natur vor. Dem entsprechend variirt der Bau der Haarbildungen ausserordentlich.

Gewöhnlich unterscheidet man Flaum- oder Wollhaare, Stichelhaare, Grannenhaare, Borsten und Stacheln. Die Unterschiede dieser verschiedenen Kategorien beruhen aber weniger auf bestimmten anatomischen Verhältnissen, als vielmehr auf den äusseren Eigenschaften der Festigkeit, Steifheit, Dicke, Länge, Form u. dgl.

Um dieses deutlich zu machen, erwähne ich, dass z. B. die Grannenhaare des Hasenfelles in ihrem unteren Theile von den echten Wollhaaren daneben nicht zu unterscheiden sind, während die Spitze derselben den Bau von Stichelhaaren besitzt. Ferner sind die feineren Grannenhaare der Newleicester-Schafe fast ganz so gebaut wie die Wollhaare anderer Schafrassen, während wieder die Wollhaare des Hasen, Bibers und vieler anderer »Pelzthiere« denselben typischen Bau besitzen, wie die echten Grannenhaare der Landschaftsrassen.

¹⁾ v. Nathusius (Das Wollhaar des Schafes) hat übrigens die Ansicht ausgesprochen, dass das Mark der Haare der Cutis entstamme.

Es lassen sich daher die verschiedenen Haararten leichter an ihren äusserlichen Merkmalen als anatomisch charakterisiren. Die Flaum- oder Wollhaare sind dünn und weich, meist nicht straff, sondern wellig gekrümmt. Die Grannenhaare sind wenigstens im äusseren Drittel mehr straff und steif, scharf zugespitzt und meist dicker und dunkler gefärbt als die Wollhaare derselben Thiere. Sie sind auch länger als letztere. Grannen- und Wollhaare zusammen bilden das Vliess. Unter Stichelhaaren versteht man kurze spitze Haare, wie sie meist an weniger behaarten Körpertheilen (z. B. an den Enden der Extremitäten, an Theilen des Kopfes) vorkommen.

Was Borsten und Stacheln sind, ist bekannt. Erstere sind meist solid und besitzen nur ein schwach entwickeltes Mark; ferner sind sie mehr cylindrisch gestaltet. Letztere sind mehr kegelförmig gebaut und meist hohl, oder mit mächtig entwickeltem Mark.

Betrachtet man ein Haar seiner Form nach, so bemerkt man an der Basis eine eiförmige Anschwellung (Haarzwiebel) und über derselben eine meist ziemlich stark verengte Stelle (Hals, sehr schön z. B. beim Rehhaare, Fig. 54, p. 127). Die grösste Breite der Haare liegt meist im äusseren Drittel. Die Mehrzahl der Haare sind in ihren verschiedenen Abschnitten sehr verschieden gebaut. Man kann meist 3—5 Abschnitte unterscheiden, die einen ganz verschiedenen Bau aufweisen. In Fig. 60 sind die drei Hauptabschnitte vom Grannen- und Wollhaar der Katze abgebildet; man erkennt die auffallenden Unterschiede im Bau.

2. Bau der Haare und Wollen im Allgemeinen.

Die grosse Mehrzahl der Haare ist aus drei verschiedenen Gewebelementen zusammengesetzt. Zu äusserst befindet sich eine einfache bis mehrfache Schicht von Epidermiszellen (Cuticulazellen, Hornschuppen, Epidermisschuppen). Dann folgt ein Hohlzylinder, der aus dünnwandigen oder derben Fasern aufgebaut ist (Faser-, Horn- oder Rindenschichte), und in der Mitte ein Strang von sehr verschieden gestalteten Elementen meist parenchymatischer Natur, das Mark (Markzylinder, Markstrang).

Streckenweise kann jedes dieser drei Gewebe fehlen. Wenn die Epidermis fehlt (s. Fig. 44 A), so ist sie einfach abgerieben worden; es kommt dies an der Spitze langer Grannenhaare häufig vor (Katzenhaare, Landwolle). Die Faserschichte ist oft so schwach entwickelt, dass man sie leicht übersieht, namentlich wenn das Mark sehr stark entwickelt ist. Doch scheint sie in manchen Fällen, so z. B. bei dicken Rehhaaren, thatsächlich an der breitesten Stelle zu mangeln. Hingegen fehlt sehr häufig das Mark, sowohl bei Grannen- als auch bei Wollhaaren, während es andererseits oft wenigstens dem Volumen nach die Hauptmasse der Haare (z. B. bei den Grannenhaaren des Rehes, Hirsches etc.) ausmacht. Dicke und Länge der Haare wechseln bekanntlich ausserordentlich, nicht nur wenn man

verschiedene Thierhaare mit einander vergleicht, sondern auch bei den verschiedenen Haaren desselben Thieres. Während die dünnsten Wollhaare des Schafes kaum 10 μ breit sind, giebt es Grannenhaare in Landschaftswollen mit über 100 μ langem Durchmesser. Ausser den Dickenverhältnissen der Haare sind es Anordnung und Bau der einzelnen Gewebe derselben, und namentlich Form und Beschaffenheit der Gewebelemente, welche zahlreiche Anhaltspunkte zur Charakteristik der Haare geben.

Die Epidermisschuppen sind nach Zahl der Schichten (meist eine, bei den Borsten mehrere), nach Art der Anordnung derselben (sie können sich dachziegelförmig überdecken oder flach neben einander liegen), nach ihrer Form, Dicke, Sichtbarkeit u. s. w. höchst verschieden. Ihr freier Vorderrand kann ganz dünn sein, und dann ist das Haar mehr glatt und die Contouren desselben sind eben und nicht gesägt. Ist der Vorderrand (und eventuell auch die ganze Schuppe) dick, dann erscheint das Haar unter dem Mikroskope auf beiden Seiten gesägt. Diese Säugung kann scharf oder stumpf, stark oder schwach sein etc. Namentlich die verfilzbaren Haare sind durch eine starke Säugung ausgezeichnet (s. Fig. 58).

Die Schuppen der Haarepidermis sind entweder so gross, dass eine und dieselbe das Haar an der betreffenden Stelle ganz umfasst, in welchem Falle die Form derselben die eines kurzen gestutzten, an einer Seite geschlitzten Kegelmantels ist, oder aber sie sind mehr oder weniger schmaler, als der Umfang des Haares beträgt, in welchem Falle, der besonders bei den dickeren Haaren zutrifft, zwei bis mehrere Schuppen an demselben Querschnitte theilhaftig sind. Bei den dickeren Haaren stehen die Schuppen oft so dicht, dass die Oberfläche derselben ganz mit feinen, meist welligen Querlinien bedeckt erscheint, welche von den Contouren der Vorderränder herrühren. Diese sind in solchen Fällen oft ausgefressen gezähnt. Bei dünnen Haaren hingegen stehen die Epidermisschuppen lockerer, so dass die betreffenden Haare wie kurzgegliedert aussehen. Sehr häufig erscheinen die Epidermisschuppen gegen die Spitze der Haare zu in einen oder mehrere stumpfe, zahnartige Lappen vorgezogen, besonders auffallend bei den Wollhaaren der Nagethiere (s. Fig. 58, 59), welche in Folge dessen schief gestreift erscheinen, und bei den Haaren der Raubthiere (s. Fig. 63), die hierdurch ein sehr zierliches Aussehen gewinnen.

Die Fasern der Rindenschichte der Haare sind meist relativ kurz, dabei dünnwandig bis derb. Ihre Länge schwankt zwischen 50 μ und einigen Millimetern. Beim Schafe ist ihre Länge circa 80 μ . In der Regel sind die Fasern der Rindenschichte flachgedrückt und zwar so, dass der radiale Durchmesser der schmälere ist. Die beiden Wandhälften sind daher meist dicht aneinanderliegend, so dass das Lumen am Querschnitte des ganzen Haares unsichtbar ist, oder nur als sehr feine Tangentiallinie erscheint. Häufig kommt es vor, dass einzelne Hornfasern grösser sind oder ein breiteres Lumen aufweisen. Diese stellen das dar, was in den weiter unten folgenden Beschreibungen als »Faserspalten« bezeichnet ist. Sie erscheinen in

der Längsansicht (s. z. B. Fig. 50) als einzelstehende dickere Längsstrieche. Die Längsstreifung vieler Haare, namentlich markfreier, rührt stets nur von den Hornfasern her, und nicht, wie man zunächst glauben möchte, von einer Streifung der Epidermiszellen. Bei gefärbten Haaren liegt der Farbstoff fast nur in den Hornfasern und in den Markzellen, und zwar meist in Form von Körnern oder homogenen Massen im Inhalte, meist den Wandungen angelagert, selten auch die Zellwände selbst tingirend. Letzteres kommt z. B. bei dunkleren Borsten vor.

Die Markzellen zeigen alle Mittelformen zwischen langen Fasern oder schmalen Cylindern, bis zu dünnen Platten. Daneben kommen auch einige abweichende Formen vor. Meist aber sind sie mehr oder weniger rundlich parenchymatisch bis kurzcyindrisch. Ihre Wandung ist meist ganz dünn; häufig jedoch sind die Querwände, d. i. jene, welche senkrecht zur Längsaxe des ganzen Haares stehen, scheinbar sehr derb (s. z. B. Fig. 58, 61). Dies rührt jedoch nur davon her, dass der Inhalt, der zudem meist stark gefärbt ist, vornehmlich auf diesen Querwänden abgelagert ist. Bei Borsten und Stacheln zerreißen häufig die Markzellen zum Theile und entsteht auf diese Weise eine gemeinschaftliche Markhöhle. Doch auch bei manchen Pelzgrannenhaaren, z. B. bei denen marderartiger Thiere, kommt es vor, dass schliesslich die Markzellen mit einander offen communiciren. Die Markzellen stehen im Querschnitte einzeln, und dann im Ganzen einreihig, oder zu mehreren nebeneinander: letzteres oft in sehr regelmässiger Weise, so beim Hasengrannenhaare.

Wenn das Mark aus zahlreichen Reihen von Zellen zusammengesetzt ist, sind meist die nach Innen zu gelegenen grösser und dünnwandiger (s. z. B. Fig. 54 A). Der grösste Theil des Lumens der Markzellen ist von Luft erfüllt, namentlich bei hell oder weiss gefärbten Haaren. Sehr häufig kommen namentlich bei den Haaren der Wiederkäuer Stellen vor, wo das Mark nur in Form von einzelnen Zellen oder kleinen Gruppen oder kurzen Längsreihen auftritt. Es sind dies dann die sogenannten »Markinseln«, die für manche Haare charakteristisch sind. An der Basis fertig gebildeter Haare, sowie an der natürlichen Spitze derselben, fehlen die Markzellen beständig, sowie auch überhaupt in den feineren Wollhaaren der Wiederkäuer, während die Flaumhaare der Nagethiere, Insectenfresser und Raubthiere fast stets eine sehr regelmässige einfache Reihe von Markzellen aufweisen.

Im Querschnitte sind die Haare meist mehr oder weniger stielrund. Die Haare der meisten Pelzthiere sind aber stärker oder schwächer abgeplattet, so dass der Querschnitt elliptisch erscheint. Die Schafwolle zeigt meist einen rundlichen Querschnitt, der aber nie ganz regelmässig, sondern meist mehr oder weniger dreieckig oder abgerundet polygonal ist.

3. Untersuchungs-Methoden und Mikrochemie.

In den seltensten Fällen ist man in der Lage, die Structureigenschaften der Wollen und Haare unter dem Mikroskope ohne Weiteres wahrzunehmen. Dies gelingt nur an dünnen, weissen oder leicht gefärbten, nicht zu luftreichen Haaren nach genügendem Quellen im Wasser. Dunkler gefärbte Haare zeigen ihre Structurverhältnisse gar nicht oder nur undeutlich. Dünne Haare deutlicher als dicke. Am besten betrachtet man die Haare im Wasser. Hierbei muss man jedoch den Umstand beachten, dass die histologischen Verhältnisse erst nach dem vollständigen Quellen deutlich sichtbar sind. Da nun die Haare häufig fett sind vom natürlichen Fettschweisse, oder bei Geweben von der Fabrikation her, so ist eine vorgängige Entfettung durch Kochen mit absolutem Alkohol oder Behandeln mit Aether, Schwefelkohlenstoff etc. oft wichtig. Da der Fettschweiss nicht nur fette, sondern auch in Wasser lösliche Stoffe enthält, so ist eine vollständige Reinigung des Haares oft nur dann möglich, wenn man vor der Lösung des Fettes mit Aether das Haar oder die Wolle mit destillirtem Wasser behandelt, wenn nöthig bei gelinder Wärme. Es ist klar, dass die gequollenen Haare nicht direct zum Messen der eigentlichen Dicke verwendet werden können, da man hiebei stets zu grosse Zahlen erhalten würde. Nach meinen Messungen quillt ein markfreies Menschenhaar um 10.67% , ein weisses Alpaca-haar um 13.7% , ein Angorahaar um 10.2% , ein Kuhhaar um 16% . Die markfreien Haare scheinen im Allgemeinen um $10-11\%$, die markreichen Haare um $15-16\%$ zu quellen. Um diese Procente müssen also die von in Wasser liegenden Haaren erhaltenen Zahlen vermindert werden, damit man den wahren Durchmesser des natürlichen lufttrockenen Haares erhält. Da es sich nun aber in bei Weitem der Mehrzahl der Fälle nicht um absolut genaue Zahlen handelt, sondern nur um vergleichbare, nachdem es ferner üblich ist, alle derartigen Messungen in der praktischen Mikroskopie in Wasser vorzunehmen (so sind die für die Stärkekörner angegebenen Durchmesserzahlen in allen Werken stillschweigend als auf im Wasser liegende Objecte bezogen), so erscheint es nur zweckmässig, wenn man auch alle Thierhaare in Bezug auf ihre Dickenverhältnisse im Wasser liegend untersucht. Die im speciellen Theile angeführten Zahlen beziehen sich sämmtlich auf Wasserpräparate. Wollte man den Durchmesser des trockenen Haares bestimmen, so müsste man es in Luft oder in Olivenöl liegend betrachten. Bemerkenswerth ist auch, dass fettes Oel die Wolle und Haare sehr durchsichtig macht und namentlich den Fettschweiss leicht löst, so dass solches unter Umständen ein gutes Beobachtungsmedium darstellt.

Beim Bestimmen des Durchmessers der Wollen und Haare ist auch darauf zu achten, dass die wenigsten Haare genau stielrund sind. Man muss, um die Querschnittsform beurtheilen zu können, entweder Querschnitte machen oder das Haar in kurze Stücke zerschneiden, unter dem Mikroskope um die Achse drehen durch

Bewegen des Deckglases. Man hat auch eigene Apparate construirt, um längere Haare zu spannen und gespannt zu drehen.¹⁾ Mit diesen kann man alle Durchmesser eines Haares im trockenen Zustande bestimmen. Eine ganz einfache, aber für die Mehrzahl der Fälle ausreichende Einrichtung ist folgende von mir benützte. Man nimmt einen gewöhnlichen langen Objectträger, oder für lange Haare einen möglichst dicken und etwa 4 cm breiten Glasstreifen, klebt mit Siegelack an den beiden Enden je einen kleinen Kork an, und steckt durch diese zwei Korke je einen dicken Eisendraht, welche beide am äusseren Ende durch Umbiegen in eine Art Kurbel verwandelt werden, so dass man sie leicht um ihre Axen drehen kann. Befestigt man nun an die inneren Enden der Drähte mit Siegelack das zu untersuchende Haar, so kann man dieses leicht um seine Axe drehen und auch beliebig spannen.

Querschnitte durch steife dicke Haare, Borsten und Stacheln, die zur richtigen Erkenntniss des Baues absolut nothwendig sind, kann man ohne Weiters durch Einspannen zwischen zwei Korkhälften mit einem scharfen Rasirmesser gewinnen. Dünne, weiche Haare werden auf einen Objectträger gelegt, mit dicker Gummilösung, der etwas Glycerin beigemengt wird, getränkt, eintrocknen gelassen und dann zwischen Kork geschnitten. Auch durch Einschmelzen in Stearin oder nach Reissner²⁾ durch Schneiden in Guttapercha kann man gute Schnitte erhalten. Stark gekräuselte Haare werden zweckmässig vorher entkräuselt, indem man sie einfach durch 24 Stunden auf einem Brettchen ausspannt. Dann erwärmt man eine Guttaperchaplatt und drückt die gespannten Haare hinein. Nach dem Festwerden der Guttapercha (das am besten durch Legen in kaltes Wasser beschleunigt wird) kann man bei gehöriger Uebung ganz gute Schnitte erhalten.

Oft handelt es sich darum, die einzelnen Gewebselemente der Haare von einander zu isoliren. Dies gelingt mit Schwefelsäure, Ammoniak oder Kalilauge. Bei Anwendung von Schwefelsäure lösen sich die Schuppen einzeln oder gruppenweise ab, rollen sich hierbei aber stark ein, so dass ihre Form nicht deutlich genug wird. In Kalilauge quillt das ganze Haar sehr stark und kann dann durch Zerdrücken leicht in seine Elemente, die sich allerdings durch die Quellung verändert haben, zerlegt werden. Am zweckmässigsten ist es, wie v. Nathusius³⁾ fand, concentrirtes Ammoniak anzuwenden. Nach 2—3 Minuten langer Einwirkung lösen sich die Epidermisschuppen ab, ohne wesentlich verändert zu sein, namentlich ohne sich einzurollen, so dass man ihre Formen gut studiren kann.

Auch Chlorsäure, die ich mit Vortheil anwende, ferner Kupferoxydammoniak können als brauchbare Macerationsmittel angeführt werden.

¹⁾ So Browne, Nathusius, Bohm u. A.

²⁾ Beiträge zur Kenntniss der Haare der Säugethiere und des Menschen. Breslau. 1854, pag. 47.

³⁾ Das Wollhaar des Schafes, 1866, pag. 47.

Salpetersäure, welche bei der Maceration pflanzlicher Gewebe eine so grosse Rolle spielt, eignet sich nicht zu demselben Zwecke bei den Thierhaaren. Doch ist zu erwähnen, dass sie alle Hornsubstanzen intensiv gelb färbt, und mithin als Reagens brauchbar ist.

Mit Zucker- und Schwefelsäure färben sich Thierhaare rosa. Farbstoffe aller Art (Fuchsin, Anilinviolett) werden stark aufgespeichert; ebenso Jod. Kochende concentrirte Chromsäurelösung löst Haare sofort, ebenso kochende Kalilauge. Hingegen löst kochende Salzsäure nicht. Kochende Pikrinsäure färbt die Thierhaare gelb; die Färbung ist in kaltem Wasser haltbar. Das Millon'sche Reagens (frisch bereitetes Quecksilberoxydulnitrat) färbt die thierische Faser nach einigem Kochen ziegelroth. In einem Gemenge von gleichen Raumtheilen englischer Schwefelsäure und concentrirter Salpetersäure wird in etwa 30 Minuten Seide und Ziegenhaar gelöst, Schafwolle nicht; letztere wird dabei gelb gefärbt. Da die Thierhaare sämmtlich Schwefel enthalten, so geben sie alle entsprechenden Reactionen. Mit Bleizuckerlösung (die mit überschüssiger Aetzkalilösung versetzt ist) entsteht eine Braun- bis Schwarzfärbung (von Schwefelblei).

Kocht man Haare mit schwefelfreier Kalilauge, so färbt sich diese im mit Wasser verdünnten Zustande schön violett, wenn man eine Lösung von Nitroprussidnatrium hinzusetzt.

4. Specielle Betrachtung der wichtigeren Thierhaare und Wollen.

Hierher sind etwa folgende Arten von Thierfasern zu rechnen:

1. Die Schafwolle (von *Ovis Aries*).
2. Das Ziegenhaar (von *Capra hircus*).
3. Das Kalbs- und Kuhhaar (von *Bos Taurus*).
4. Das Angorahaar (von *Capra hircus angorensis*).
5. Die indische Shawlvolle, Paschmina (von *Capra hircus laniger*).
6. Das Kameelhaar (von *Camelus Dromedarius* und *bactrianus*).
7. Die Alpaccawolle (von *Auchenia Paco*).
8. Die Vicognewolle (von *Auchenia Vicunna*).
9. Das Pferdehaar (von *Equus Caballus* und Verwandten).
10. Das Kaninchenhaar (von *Lepus Cuniculus*).
11. Das Hasenhaar (von *Lepus timidus*).
12. Das Biberhaar (von *Castor Fiber*).
13. Das Bisamhaar (von *Fiber zibethicus*).
14. Das Katzenhaar (von *Felis domestica*).
15. Schweinsborsten (von *Sus scrofa* und *domestica*).

Weniger wichtig sind die Haare verschiedener häufiger Pelze, da sie wohl kaum zu den Fasern zu rechnen sind, obwohl sie zum

Theil als Material zur Pinselfabrikation dienen. Es ist daher am Schlusse des Abschnittes eine Reihe von Abbildungen beigelegt, mit kurzen Bemerkungen, welche zur Orientirung auf dem Gebiete der Pelzhaare genügen.

I. Schafwolle.

Wir haben oben gesehen, dass man im Allgemeinen drei Arten von Haaren unterscheidet, das Stichelhaar, das Grannenhaar und das Wollhaar. Jene Haar- und Wollarten, welche von wilden oder nicht sehr sorgfältig gezüchteten Thieren abstammen, bestehen in der Regel aus wenigstens zwei Haararten, nämlich den Grannen- und den Wollhaaren, wobei entweder die ersteren oder die letzteren die Hauptmasse ausmachen, während die feine Schafwolle des Handels meist nur aus einer Gattung von Haaren zusammengesetzt ist, und zwar besteht sie entweder fast ganz aus Grannen- oder aus Wollhaaren. Nur das Vliess der meisten gewöhnlichen Landschaften (Zackelschaf, deutsches Schaf, Heideschnuckenschaf, ungarisches Landschaf, rumänisches Schaf etc.) besteht aus einem ziemlich gleichmässigen Gemenge von Woll- und Grannenhaaren.

Schon daraus geht hervor, dass Dasjenige, was als Schafwolle im Handel vorkommt, aus dreierlei verschieden zusammengesetzten Hauptsorten bestehen und dementsprechend auch mikroskopisch höchst verschieden beschaffen sein muss.

1. Aus reinen Wollhaaren (eigentliche Schafwolle) besteht das Product, das von den Merinoschafen (und deren Abkömmlingen und Verwandten, wie sächsisches, Electoral-, Negrettischaf), ferner von zwei englischen Rassen, dem Southdown- und Hampshiredownschaf herrührt.

2. Aus reinen Grannenhaaren besteht die Schafwolle der Newleicester-Rasse.

3. Aus einem Gemenge von Grannen- und Wollhaaren besteht das Product der ordinären Landrassen (deutsches Schaf; ost-europäische Rassen, australische, südamerikanische u. a.).

Nimmt man hiezu noch den Umstand, dass die Wollen der zahlreichen Rassen auch bei gleicher Zusammensetzung höchst verschieden sind in mikroskopischer Beziehung, so ergibt sich, dass die mikroskopische Charakteristik der sogenannten Schafwolle sehr schwierig ist, unsomehr, als auch mehrere andere Haararten gewissen Schafwollsorten sehr ähnlich sind. Nimmt man dazu, dass dasselbe Haar an verschiedenen Stellen (Basis, Mitte, Spitze) oft sehr verschieden ist, so werden die angedeuteten Schwierigkeiten noch deutlicher.

Wir wollen zunächst jene Wollen betrachten, welche aus ganz reinen Wollhaaren bestehen, also zunächst die

Merinowollen (Fig. 41)

und ihre Verwandten. Diese sind erstens charakterisirt durch ihre Dünne (12—37 „ dick), zweitens durch die sich deutlich dachziegel-

förmig deckenden Epidermisschuppen, von welchen in jedem Querschnitte des Haares nur 1—2 vorhanden sind und nur ausnahmsweise mehr, welche daher cylindrisch oder halbcylindrisch sind.

Ferner fehlt das Mark stets. Markinseln, welche etwa vorhanden sind, müssen als Fehler betrachtet werden. Die Faserschichte ist fest und gut entwickelt, deutlich längsgestreift. Die Schuppen sind am Vorderrande deutlich verdickt. Die Wolle erscheint stets deutlich oder auffallend gezackt oder gesägt, die Schuppen stecken scheinbar dütenförmig ineinander, was bei den dünneren Sorten



Fig. 41. Feinste Auszugwolle aus ganz edler Merino. Stück eines der dünneren Fäden. Dicke 17μ . Man sieht die fast cylindrischen Schuppen und im unteren Theile die Faserstreifung gezeichnet.
Vergr. 340.



Fig. 42. Wolle von einer alten Rambouilletmutter. 26μ breit. Man sieht die fast cylindrischen Schuppen und die grobe Faserstreifung.
Vergr. 340.

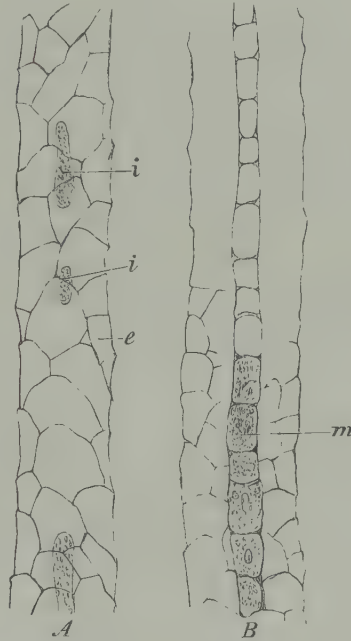


Fig. 43. Englische Leicester-Schafwolle. Sind Grannenhaare; A, Fadenstück mit Markinseln, i, B, Fadenstück mit Markcylinder m. Die Epidermisschuppen stossen fast plattenförmig zusammen und sind etwas concav. Vergr. 340.

besonders deutlich ist. Der Vorderrand der Schuppen ist schwach wellig hin- und hergebogen, mehr oder weniger quer verlaufend; die freien Theile der Schuppen häufig so breit als die Faser, so dass die Distanz der freien Schuppenränder durchschnittlich fast so gross ist, wie die Breite der ganzen Faser. Als Typus kann der in Fig. 41 abgebildete feine Faden einer feinsten Merino-Auszugwolle dienen.

Sehr feine Wollen sind die von der Rambouillet-Rasse abstammenden Sorten. Diese veredelte Rasse ging aus der Merino-Rasse

hervor. Daher sind die mikroskopischen Eigenschaften der Rambouilletwolle denen der spanischen fast gleich. Eine genau untersuchte Sorte bestand aus normalbogigen Wollhaaren von 13—34 μ Dicke; die Schuppen waren ganz- oder halbcylindrisch, niedriger als bei der echten Merino, meist mehr schief abgeschnitten, gröber, der Vorderrand zeigt häufig einen grossen stumpfen oder spitzen, vorspringenden Zahn, was bei der Merino seltener vorkommt. Die Faserschichte ist sehr grobstreifig und das stets markfreie Haar ist an den Seitenrändern deutlich gezähnt. (Fig. 42.) Die Wollsorten der edlen sächsischen Electoral-Rasse und der österreichischen Imperial-Rassen, welche von der Escorial-Rasse aus Spanien abstammen, sind im Ganzen feiner als die spanischen Wollen und sonst mikroskopisch nicht von den Merinowollen unterschieden.

Die dünnsten und feinwelligsten Wollen sind die der sächsischen Electoral-Rassen.

Was die Schafwollen, die nur aus Grannenhaaren bestehen, anlangt, so gehören hierher die der englischen Leicester- und Newleicester Rassen. (Siehe Fig. 43.)

Es sind dies feine (30—60 μ dicke) glänzende Wollen mit einer starken, aber groben Quartakräuselung und von meist bedeutender Länge (10—20 cm). Die Haare sind sämtlich von fast gleicher Dicke. Im äussersten Theile circa 30 μ dick und nach Innen zu bis etwa 60 μ dick. Die äusseren 3—4 cm der Länge sind stets markfrei, mit deutlichen, dickrandigen, zackigen und sich dachziegelförmig deckenden Schuppen. Weiter nach innen treten nun einzelne schmale und längliche Markzellen auf, hie und da auch kurze Markcylinder, die meist nur $\frac{1}{4}$ — $\frac{1}{5}$ der Breite der Faser besitzen und häufig auf längere Strecken hin fehlen. In der Mitte der Faser tritt schon manchmal ein undeutliches, plattenartig angeordnetes Schuppen- gewebe auf. Oft ist die plattenförmige Anordnung ganz deutlich, in der Regel jedoch nicht. Einige Centimeter vor der Basis der Haare wird der Markcylinder continuirlich und nimmt schliesslich die Hälfte der Breite der Faser ein. Zunächst besteht er aus einer Reihe von längsgestreckten Markzellen, später aus 2, seltener 3 Reihen von quergestreckten Elementen, welche reichlich Luft und einen grobkörnigen Inhalt führen. Nicht selten ist hier eine deutliche plattenförmige Anordnung der Epidermisschuppen vorhanden. Diese sind meist dickrandig, doch oft sehr undeutlich.

Im Längsverlaufe weisen die Leicesterfasern grosse Unregelmässigkeiten in der Dicke auf, die sich aber so gleichmässig wiederholen, dass die Faser als eine höchst homogene bezeichnet werden muss. (Siehe Fig. 43.)

Die gemachten Angaben beziehen sich auf die mittleren Sorten der Leicesterwollen. Die feineren ähneln den Merinowollen sehr und sind fast nur durch ihre grössere Länge (15—20 cm), durch die sehr gleichmässige, grössere Dicke (an der Spitze 34 μ und von da bis zur Basis nur auf 46 μ zunehmend) und durch die Grobwolligkeit (Quarta) verschieden. Die Fasern einer englischen Long-wool-Kammgarnwolle,

die genauer mikroskopisch untersucht wurde, zeigten keine Spur von Mark, eine grobstreifige Faserschichte, nicht sehr derbe Epidermisschuppen, deren schwach verdickter Vorderrand manchmal quer, manchmal steil schief verlief und die stets eine dachziegelförmige Deckung aufwiesen. Die Schuppen waren breiter als hoch, oft halb- bis ganzcylindrisch.

Eine als Long Drawing bezeichnete Leicesterwolle war circa 30—50 μ dick (ein mittlerer Faden hatte: Basis 42, Mitte 47, Spitze 42 μ Dicke) und fast ganz markfrei. Doch fand man stets einzelne schmale und lange Markinseln selbst an ganz normal dicken Stellen, wodurch sie sich als Grannenhaare zu erkennen gaben und von den Merinos unterschieden. Der Längsverlauf zeigte grosse Unregelmässigkeiten in der Dicke. Die Faserschichte war deutlich und grobstreifig. Die Schuppen waren dünn und fehlten der Spitze oft; ihr Rand war wenig oder nicht verdickt. Sie deckten sich meist dachziegelförmig, manchmal stellenweise undeutlich plattenförmig. Daher war die Sägezählung der Faser undeutlich oder fehlend.

Die gröberen nähern sich in ihren mikroskopischen Eigenschaften den gemeinen Landwollen. Die Dicke nimmt von der scharfen Lammspitze aus rasch zu: 3 mm unter der Spitze schon 30 μ dick; $\frac{1}{2}$ cm davon beginnen schon Markinseln, bei einer Fadendicke von 38 μ . In der Mitte der 15 cm langen Haare beträgt die gewöhnliche Dicke circa 70 μ , stellenweise jedoch bis 90 μ , und hier ist ein aus zwei bis drei Reihen gebildeter, 40—60 μ dicker Markeylinder vorhanden, der gegen die nur 50 μ breite Basis einreihig wird und sich schliesslich zu länglichen Markinseln auflöst. Es ist sicher, dass ältere Wollen (ohne Lammspitzen) einen gleichförmigeren Verlauf der Dicke und des Markes aufweisen müssen. Die Epidermis ist meist schuppig, selten plattenförmig entwickelt. Wo das Mark sehr breit ist, macht das mikroskopische Bild den Eindruck von Ziegenhaar vermöge des scheinbaren Fehlens der Faserschichte und der mehrreihigen, quergestreckten Markzellen. Auch bei diesen gröberen Leicestersorten (die vorliegende ist als Long-coarse bezeichnet) fehlt trotz der grossen Dicke das Mark oft auf weite Strecken und ist zumeist nur einreihig und schmal entwickelt.

Gehen wir nun zu den gewöhnlichen Landwollen über. Am besten werden ihre mikroskopischen Eigenthümlichkeiten hervortreten, wenn wir einige extreme Sorten charakterisiren. Als Beispiel diene zunächst eine gemeine ungarische Landwolle letzter Qualität.

Man sieht ohne Weiteres, dass die straffen Stapel aus zwei Haararten zusammengesetzt sind. Erstens aus 10—15 cm langen, das freie Stapelende allein bildenden Grannenhaaren, welche 80 μ dick sind und einen breiten, continuirlichen Markeylinder besitzen. Diese Grannenhaare sind ganz steif, fast borstenartig straff und schlicht (s. Fig. 44). Zweitens sind Wollhaare vorhanden, die nur

5—7 cm lang und nur 30 μ dick sind und daher nur den Grund oder die innere Hälfte der Stapel bilden helfen. Sie sind ganz markfrei und grobbogig (Quarta oder noch gröber).

Die straffen Grammenhaare sind an der Basis 80 μ (Mark 34 μ) dick, in der Nähe der Mitte an der dicksten Stelle 90 μ (Mark 35 μ) breit und an der Spitze 70 μ (Mark 30 μ) dick. Das Mark bildet einen fast gleichmässig dicken, continuirlichen Cylinder: Verdünnungen desselben, wo es einreihig ist, sind selten. Dort sind die Zellen längsgestreckt. An den normaldicken Stellen sind die Mark-elemente mehr rundlich, doch fast nie quergestreckt. Die ganze Faser zeigt, sowie die meisten straffen Haare und die der Natur-rassen (im Gegensatz zu denen der durch künstliche Selection gezüchteten) überhaupt eine sehr gleichmässige Dicke und einen fast regelmässig rundlichen Querschnitt. Auffallende Unregelmässigkeiten der Dicke im Längsverlaufe, wie sie bei den feineren Rassen häufig, ja charakteristisch sind, fehlen hier fast völlig. Die Epidermisschuppen sind 2—3mal so lang als breit. Die Breite beträgt 16 bis 20 μ , so dass 12—14 Schuppen auf den Querumfang der Faser kommen. Die Schuppen haben die Form der freien Partien von sich deckenden Dachziegeln, sind also schmal schildförmig, oben von beiden Seiten her ausgeschweift zugespitzt und halbkreisförmig abgerundet. Der Rand ist stark verdickt und stark lichtbrechend. Die Schuppen sind dabei concav und decken sich nicht deutlich dachziegelförmig, sondern stossen eher plattenförmig aneinander. Daher erscheinen die Fasern geradlinig oder schwach geschweifgezähnt begrenzt, nie sägezähmig. Wie die meisten groben, straffen Grammenhaare fettschweissarm sind und daher an der Spitze leicht durch Abreiben beschädigt werden, so ist dies auch bei der ungarischen Landwolle der Fall. Die Epidermis fehlt daher häufig an der Spitze und einige Centimeter weit abwärts und erscheinen hier die Haare von den Faserzellen längsgestreift.

Die Wollhaare sind 5—7 cm lang und sehr gleichmässig 20—40 μ dick, sehr genau stielrund und wenigstens stellenweise ganz glatt, ohne Sägezähne am Rande. Dadurch, sowie durch den Mangel einer regelmässigen Kräuselung sind sie sofort von Merinowollhaaren zu unterscheiden, welche eine ungleichmässige Dicke und starke Sägezähne besitzen. Das Mark fehlt vollständig. Die Epidermisschuppen sind sehr dünn, oft kaum sichtbar. Der Vorderrand derselben ist nicht verdickt, vorgezogen und mannigfaltig und fein gezähnt. Die Schuppen sind ganz- oder halbbeylindrisch. Die Deckung der Schuppen ist dachziegelförmig. Im Ganzen sehen diese Wollhaare den Angora- (Grammen-) Haaren unter dem Mikroskope ähnlich. Noch mehr der Cachemirwolle. Diese Aehnlichkeit wird noch durch die ganz gerade verlaufenden Fasern erhöht, von welchen einzelne grössere als scharfe dunkle Striche hervortreten.

Vielfach abweichend ist die gemeine wallachische Schafwolle gebaut. (Fig. 45.) Sie stellt unter den gemeinen Landwollen eine ganz andere Form vor. Die Stapel bestehen ebenfalls aus

Woll- und Grannenhaaren. Letztere sind circa 15 cm lang, erstere sind um die Hälfte kürzer. Beide sind stark glasglänzend, schwachwellig, aber nicht straff. Die Grannenhaare besitzen an der Spitze einen sehr schmalen Markeylinder und sind daselbst etwa 76μ dick. Die Schuppen fehlen hier völlig (sind also abgerieben). Sie erscheinen erst einige Centimeter unter der Spitze, und zwar zunächst einseitig.

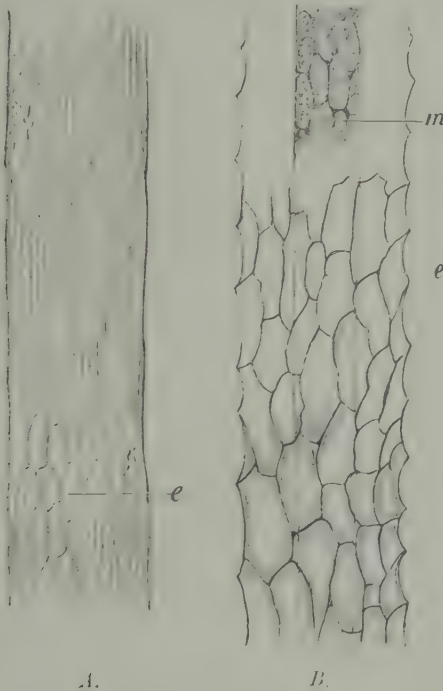


Fig. 44. Ungarische Landwolle. Sind Grannenhaare. Dicke $55-65 \mu$. A nahe der Spitze, ohne oder bei e mit Andeutung der Epidermis, mit grober Faserstreifung. B Mitte eines Haares. m mehrreihiger Markeylinder, e muschelartig concave, plattenförmig aneinanderstossende Epidermiszellen. Vergr. 340.

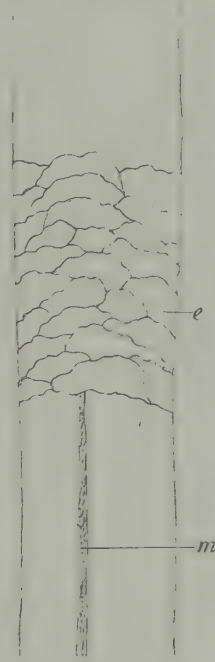


Fig. 45. Grannenhaar einer wallachischen Schafwolle. Die Schuppen e sind dünn und decken sich dachziegelförmig. Der Markeylinder ist sehr schmal und besteht aus einer Reihe fast spindelförmiger Zellen. Vergr. 340.

Der Markeylinder ist fast continuirlich und dabei relativ sehr schmal $\frac{1}{10}-\frac{1}{5}$ der Haarbreite. Gegen die Mitte nimmt die Dicke der Faser auf etwa 100μ zu; daher ist die Faser sehr gleichförmig dick und fehlen auch die bei Rassenwollen häufigen localen Verdickungen und Verdünnungen. Im Gegensatze zur ungarischen Landwolle ist die Faser nicht ganz stielrund. An der Basis markfrei, erscheint das letztere erst 1—2 cm über derselben, und zwar in

Form einer schmalen Linie. Ganz anders als bei der beschriebenen ungarischen Landwolle sind die Schuppen (siehe die beistehende Figur 45). Sie sind breiter als hoch, sehr dünn und nur vermöge ihres schwach verdickten Randes deutlich sichtbar; sie sind nicht concav und der Rand ist ausgefressen gezähnt. Sie decken sich deutlich dachziegelförmig, doch ist die Faser kaum gesägt, meist fast eben.

Die Wollhaare der wallachischen Landwolle haben eine unverkennbare Verwandtschaft zu den zugehörigen Grannenhaaren. Sie sind dünner (Spitze 22 μ , Mitte 50 μ , Basis 38 μ), mehr wellig, kurz, regelmässig stielrund; der Rand der ganz markfreien Faser ist deutlich sägezählig. Die Schuppen sind querbreiter und am Vorderende deutlich verdickt.

Ungarische Zackelwolle. Die untersuchte Probe besteht aus Grannen- und aus Wollhaaren. Erstere sind bis 30 cm lang, glasglänzend, kaum wellig und fast straff. An der Basis 84 μ dick, mit einem 21 μ dicken Markcanal. Die Epidermis ist hier plattenförmig und besteht aus 4—6eckigen, etwas concaven Zellen, welche meist etwas länger als breit sind, dabei aber doch fast isodiametrisch. Der Seitenrand der Faser ist kaum gezähnt. Der Rand der Epidermiszellen ist stark verdickt und stark lichtbrechend. Einige Centimeter über der Basis des Haares ist dasselbe etwas dicker, mit auffallend concaven, fast muschelförmigen Epidermiszellen, deren Rand stark erglänzt. Bis hierher verläuft der Markeylinder kontinuierlich. Nun aber zeigt sich die Eigenthümlichkeit, dass das Mark verschwindet, die Faser allmählig die geringe Dicke von 35 μ annimmt und dabei einen Bau erhält, der das gerade Gegentheil von dem im übrigen Verlaufe der Faser ist. Nirgends zeigt sich deutlicher als hier, dass dasselbe Schafwollhaar an verschiedenen Abschnitten alle mikroskopischen Eigenthümlichkeiten, die den verschiedenen Sorten eigen sind, zeigen kann. Es fehlt hier nämlich das Mark, der Faden wird gleichmässig dick und glatt cylindrisch und erhält stark quergestreckte, nur 4—8 μ hohe Epidermisschuppen, die halb- bis anscheinend ganzcylindrisch sind und sich deutlich decken. Die regelmässigen Faserzellen bewirken eine schöne gerade Streifung der Faser. Auch noch zwei andere charakteristische Eigenthümlichkeiten finden sich bei dieser Sorte. Zunächst findet man hie und da an der Faser eine Längsfurche. Ferner ist das Mark nicht selten ganz excentrisch, so dass es einer Seite ganz nahegerückt erscheint. Auch locale Anschwellungen und Verdünnungen kommen vor. Erstere kommen hauptsächlich auf Rechnung des stellenweise besonders breiten Markeylinders. Wo dieser excentrisch ist, ist die Faser in der Regel viel dünner (40—50 μ). Erwähnenswerth ist auch, dass die Begrenzung des Markes häufig unscharf ist. Die Markzellen sind meist länglich und stehen in 2—4 Reihen, doch sind sie bei der in Rede stehenden Sorte oft nur schwer als solche zu erkennen.

Etwas regelmässiger hingegen sind die Wollhaare gebaut. Bis 10 cm lang und etwa 35—40 μ dick, sind sie meist unregelmässig

grobkräuselig, marklos, mit querbreiteren, niedrigen, sich dachziegelförmig deckenden Schuppen, welche sehr dünn sind, mit nicht oder

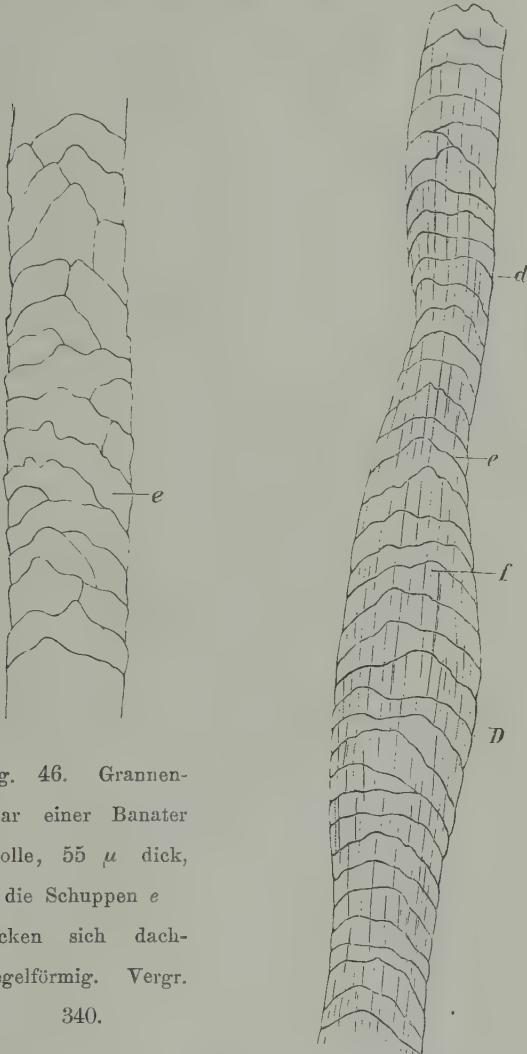


Fig. 46. Grannen-
haar einer Banater
Wolle, 55 μ dick,
die Schuppen *e*
decken sich dach-
ziegelförmig. Vergr.
340.

Fig. 47. Grannenhaar einer deutschen Landschaft-
wolle. Man sieht bei *d* eine Verdünnung, bei *D*
eine Verdickung des Haares. Die Schuppen *e*
sind sehr kurz, halbeylindrisch, Mark fehlt, Faser-
streifung deutlich, mit einzelnen Faserspalten *f*.
Vergr. 340.

schwach verdicktem Rande. Die Epidermisschuppen sind halb- bis ganzeylindrisch. Zwischen den Grannenhaaren und den Wollhaaren finden sich bei der Zackelwolle alle Uebergänge häufig vor.

Zigarrawolle aus dem Banate. (Fig. 46.) Dass es gemeine Landwollen giebt, welche fast ganz markfrei sind, d. h. weniger Mark enthalten, als die Leicesterwollen durchschnittlich führen, beweist die nachfolgend beschriebene Banater Zigarrawolle.¹⁾

Die Hauptmasse der untersuchten Probe besteht aus Grannenhaaren von 30—70 μ Dicke. Alle dünneren sind ganz markfrei, die dickeren zum Theile ebenfalls. Nur ein Theil davon besitzt kleine Markinseln, welche meist nur ganz schmal, oft fast linienförmig und kaum sichtbar sind. Grössere Markinseln (welche, wie überhaupt alle, stets nur einreihig sind), sowie längere Markzellstränge sind selten.

Die meist derbrandigen Schuppen sind querbreiter und meist dachziegelförmig, selten plattenförmig geordnet. Die Faserschichte ist gerad- und grobstreifig. Die Enden der Haare sind mehrere Centimeter weit ganz glatt und schuppenfrei und bestehen also nur aus einem cylindrischen Bündel von Fasern. Die ganze Faser ist glatt, glasglänzend, ungleichmässig dick und häufig mehr oder weniger zusammengepresst.

Auch andere grobe Landwollen, wie z. B. eine untersuchte Probe deutscher Landwolle, zeigen bei grosser Dicke wenig oder gar kein Mark, auch an Stellen, welche abnorm dick sind, wie eine solche in Fig. 47 abgebildet ist.

Zigayawolle heisst die meist über Odessa oder Rumänien kommende südrussische und bessarabische Wolle. Sie ist von der Zigarrawolle ganz verschieden gebaut, obwohl sie ihr äusserlich ähnlich ist.

Man kann bei ihr deutlich die feinen Wollhaare von den groben Grannenhaaren unterscheiden. Letztere sind sehr lang, glasglänzend und nur gegen die Spitze hin matt. An der 85 μ breiten Spitze ist der mächtige Markcanal (45 μ breit) zu sehen, der aus rundlichen Zellen aufgebaut ist, welche reichliche Körnermassen enthalten. Erst einige Centimeter unter der abgeschnittenen Spitze ist das plattenförmige Epithel zu sehen, das aus fast isodiametrischen, meist fünfeckigen Elementen besteht, mit verdickten Rändern. Der grosse Markeylinder ist etwa $1\frac{1}{2}$ mal so breit als das Haar. Die Epidermiszellen sind deutlich concav. An der Basis des Haares ist der Bau so wie in der Mitte, nur ist die Dicke (75 μ) etwas geringer. Etwa 1 cm über der Basis verschwindet aber der Markeylinder, die Faser ist daselbst nur 45 μ dick, dabei werden die Schuppen querbreiter, ohne dass jedoch eine deutlich dachziegelförmige Anordnung hervortritt.

Gemeine böhmische Landwolle. Eine angeblich nicht veredelte Sorte besteht aus 4—5 cm langen, 30—40 μ dicken, gleichförmig grobwelligen Wollhaaren, die ganz markfrei sind. Die Epidermis besteht aus halb- bis ganzcylindrischen, stark quergestreckten Zellen, mit glattem, nicht gezähneltem Vorderrande, der auffallend verdickt ist. Die Wollfäden sind nicht stielrund, sehr ungleichmässig dick,

¹⁾ Die wohl von der südrussischen Zigaya zu unterscheiden ist.

der Rand ist unregelmässig und scharf gesägt. Die Faserschichte ist regelmässig, gerade grobstreifig.

Diese Beschreibungen mögen genügen, um zu zeigen, in welcher Weise die verschiedenen Schafwollen variiren in ihren mikroskopischen Eigenschaften. Selbstverständlich finden alle nur erdenklichen Uebergänge zwischen den beschriebenen charakteristischen Formen statt.

Fast man alle Formen zusammen, so ergibt sich folgende mikroskopische Charakteristik der Schafwolle.

Länge 2—50 cm, ganz straff bis sehr fein kräuselig und überbögig; ganz regelmässig bis ganz unregelmässig kräuselig. Matt bis seidenglänzend, 5 μ bis über 100 μ dick. Mit oder ohne Mark und Markinseln. Mark, wenn vorhanden, aus 1—4 Reihen von Zellen bestehend. Markzellen rundlich oder länglich, bis lineal, selten querbreiter. Stets mit feinkörnigen Massen und Luft erfüllt. Markzellen nie ganz regelmässig angeordnet. Markstrang sehr schmal oder bis $\frac{1}{5}$ der Breite der Faser einnehmend. Rindenfaserschichte ganz schmal, bis die ganze Breite der Faser einnehmend, kaum gestreift, bis unregelmässig oder regelmässig fein- bis grobstreifig. Epidermis aus flachen bis concaven isodiametrischen bis länglichen oder querbreiteren, oft halb- bis ganzeylindrischen Schuppen bestehend, welche entweder tafelförmig nebeneinander stehen oder sich mehr oder weniger deutlich dachziegelförmig decken. Der Vorderrand der Schuppen ist meist deutlich verdickt und stark lichtbrechend, meist fast glatt, oft aber in einen Zahn vorgezogen, oder (selten) ausgefressen gezähnt. Fast stets fehlt die natürliche Spitze des Haares. Natürliche Spitzen kommen in der Regel häufig nur bei Wollen der ersten Schur vor, Lammwollen, und heissen daher Lammspitzen. Eine solche ist in Fig. 48 a abgebildet. Sie haben fast stets sich dachziegelförmig deckende halb- bis ganzeylindrische Epidermisschuppen und kein Mark und sind von den Faserzellen her grobstreifig.

Auch Haarwurzeln oder -Zwiebeln fehlen meist, da die Wolle nicht gerauft, sondern geschoren wird. Nur die sogenannte Gerberwolle, welche beim Enthaaren der vorher mit Kalkmilch behandelten Felle gewonnen wird, ferner die Rauf- und die Sterblingswolle, welche von abgezogenen Fellen und von abgestandenen Thieren durch Enthaaren (Ausraufen) gewonnen werden, zeigen Haarzwiebel, welche stets leicht an ihrer lichten Färbung und eiförmigen Gestalt zu erkennen sind.

Wolle, welche behufs Entfernung vom Felle gekalkt wurde, ist stets an ihrer Brüchigkeit, an dem Mangel von Fett und an dem Luftreichthum auch mikroskopisch zu erkennen.

Die Schafwolle ist fast stets weiss, selten grau, braun bis schwarz. Dadurch unterscheidet sie sich wesentlich von den Haaren des Kameels, der Lamas, Alpaccas und Vicognas u. a., welche fast stets grau bis rothbraun gefärbt sind. Die verschiedenen, von gelb, grau bis braun und schwarz variirenden Naturfarben der Haare und Wollen sind erstens viel widerstandsfähiger gegen Säuren und Al-

kalien, und zweitens ganz anders in der Faser vertheilt als die künstlich applicirten Farben.

Der Naturfarbstoff ist vornehmlich in den Fasern und Markzellen in körniger Form enthalten. In den Markzellen sind die Körner meist gehäuft, in den Fasern stehen sie in Längsreihen. Schwach-

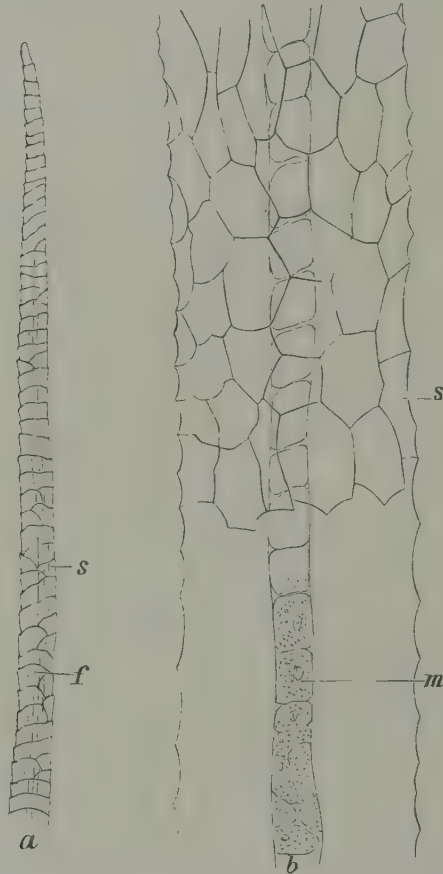


Fig. 48. Grobe österreichische Landwolle. *a* Wollhaar, Lammspitze, *b* sehr dickes Grannenhaar, in der Mitte. Die Lammspitze zeigt fast cylindrische, dachziegelförmig sich deckende Schuppen *s*, und deutliche Faserstreifung *f*. Das Grannenhaar *b* hat concave Schuppen *s* und einen 1—2reihigen Markeylinder *m*. Vergr. 340.

gefärbte Fasern zeigen die Wandung stets farblos. Hingegen zeigen dunkelgefärbte Haare auch die Wandungen der Zellen mit Farbstoff imprägnirt, während die künstlich gefärbten Haare den Farbstoff stets in der Wandung, diese gleichmässig färbend, aufweisen. Bei künstlich gefärbten Fasern tritt daher das Lumen der Elemente zurück, während es bei den naturfärbigen Wollen und Haaren überhaupt durch den Farbstoff erst deutlich wird. Es erscheinen daher

naturfärbige Wollen von den streifenförmig angeordneten Farbstoffkörnern deutlich gestreift, was bei künstlich gefärbten Fasern nie der Fall ist.

A n h a n g.

Untersuchung von Geweben und Gespinnsten.

Die mikroskopische Untersuchung der Gewebe und Gespinnste hat nicht nur den Zweck, qualitativ festzustellen, aus welchen Fasern dieselben aufgebaut sind, sondern auch durch Zählung allein, oder durch Zählung und Messung (mit Berücksichtigung verschiedener noch zu besprechender Umstände), annähernd die quantitative Zusammensetzung derselben festzustellen.

Was die qualitative Untersuchung anbelangt, so kommen im Allgemeinen nicht nur verhältnissmässig wenige Fasern in Betracht, sondern sind auch in demselben Gewebe gewöhnlich nur eine bis etwa vier Arten vertreten. Fälle, wo mehr als vier verschiedene Arten von Fasern in demselben Gewebe vorkommen, sind selten. In der Regel kommen nur Baumwolle, Lein, Hanf, Jute, Chinagras, Schafwolle, Ziegenhaar, Kuhhaar, Angora, Alpacca, Vicogne, Lammwolle, echte Seide und Tussahseide in Betracht. Bei Wollstoffen ist stets auch auf Cosmos und Shoddy zu achten.

Bei der Untersuchung schneidet man sich ein 2—3 qcm grosses genau quadratisches Stück herab und zerlegt dieses in seine Ketten- und Einschlagfäden. Das Untersuchungsstück muss so gross sein, dass alle im betreffenden Gewebe enthaltenen Arten von Garn- oder Zwirnfäden darin vorkommen. Es muss daher bei groben Mustern oft ziemlich gross sein. Ketten- und Einschlagfäden legt man nun nebeneinander hin und wählt von jeder Art derselben einen aus, der zur weiteren Untersuchung dient. Im einfachsten Falle ist nur eine Art von Kettenfäden und eine Art Einlagfäden vorhanden, gelangen also nur zwei verschiedene Garn- (Zwirn-) Fäden zur Untersuchung.

In complicirteren Fällen sind aber bis zu zehn und mehr verschiedene Garnarten zu analysiren. In Schafwollstoffen (aber auch sonst) findet man nicht selten Zwirnfäden, die aus 2—3 Garnfäden zusammengedreht sind. Diese müssen auseinandergedreht werden, denn jeder Garnfaden muss für sich allein untersucht werden. Wer Stoffe untersuchen will, muss darauf eingeübt sein, die verschiedenen in Betracht kommenden Fasern schon bei ganz schwacher (30—60facher) Vergrösserung sicher zu erkennen. Es genügt durchaus nicht, die betreffenden Fasern bei 2—300facher Vergrösserung zu erkennen, weil diese Vergrösserungen nicht zur Untersuchung von Geweben geeignet sind, in welchen Hunderte oder Tausende von Fäden betrachtet werden müssen. Da muss man in einem Gesichtsfelde gleich 10—20 und mehr zugleich erblicken und sicher erkennen können, um mit genügender Raschheit die Untersuchung vornehmen zu können. Bei stärkerer Vergrösserung kann man zwar den einzelnen Faden

besser erkennbar, aber dafür geht die Uebersicht verloren, und geschieht es leicht, dass man ganze Bündel von Fasern übersieht. Kommt man bei Anwendung der schwachen Vergrößerung auf eine Faser, welche nicht mit Sicherheit zu erkennen ist, so wechselt man einfach das Objectivsystem aus, um sie bei stärkerer Vergrößerung näher betrachten zu können, und setzt dann die Untersuchung wieder mit dem schwächeren Systeme fort.

Wer die oben genannten Fasern gut kennt, braucht keine irgend wie geartete chemische Vorbereitung des Stoffes oder der einzelnen Garn- oder Zwirnfäden. Doch erscheint es namentlich für gewisse Fungen von Interesse, eine solche vorzunehmen.

Will man zum Beispiele rasch und sicher entscheiden, ob in einem Schafwollgewebe auch einzelne Baumwollfäden vorkommen, so erwärmt man das Probestückchen kurze Zeit in verdünnter Kalilauge, wäscht es dann aus und betrachtet dasselbe bei ganz schwacher Vergrößerung. Die Schafwollhaare und überhaupt alle Thierfasern erscheinen durchsichtig und stark angequollen, während die vegetabilischen Fasern scharf begrenzt, stark lichtbrechend und kaum gequollen sind.

Dunkelgefärbte Stoffe bestehen oft zum grössten Theile aus Fäden, welche, mikroskopisch betrachtet, undurchsichtig, ganz dunkel und structurlos erscheinen. Da erscheint es oft nöthig, den Farbstoff zum Theile zu entfernen, was durch Kochen mit Essigsäure, Salzsäure, verdünnten Laugen, kohlensaurem Kali u. s. w. am leichtesten geschieht.

Bei der genaueren Untersuchung wird man so vorgehen, dass man jeden Garnfaden gesondert untersucht und nach Zahl der ihm zusammensetzenden Fasern, nach der Art und Farbe derselben notirt. Zum Beispiele:

Durch Zerlegen eines Masters erhält man viererlei verschiedene Kettenfäden und einen Einschlag. Einer der Kettenfäden ist aus zwei Garnen zusammengedreht, wovon das eine schwarz (K_1) und das zweite weiss ist K_{1a} . Zwei Kettenfäden sind dunkelblau (K_2 , K_3) und der vierte ist graumeliert (K_4). Der Einschlag E ist blau.

Bei der Untersuchung erhalten wir folgende Resultate:

K_{1a} 85 Shoddyfäden meist schwarze, doch auch rothe und gelbe, nebst einzelnen grünen Schafwollfäden, und 13 Baumwollfäden.

K_{1b} 31 reinweisse Schafwollfäden.

K_2 und K_3 reine, blaue Schafwollfäden, 46, respective 53.

K_4 60 Shoddyfäden, davon 32 meist graue oder schwarze Schafwollfäden und 28 graue Baumwollfäden.

E 60 blaue Schafwollfäden.

Wir haben also im genannten Master in einem Stücke, das 4 Ketten- und 4 Einschlagfäden umfasst, $85 + 31 + 46 + 53 + 60 = 275$ einzelne Kettenfasern, und 4mal $60 = 240$ Einschlagfasern, also zusammen 515 Einzelfasern, von welchen $13 + 28 = 41$ Baumwollfäden sind, die sich sämmtlich in der Shoddy befinden, welche $85 + 60 = 145$ Fäden umfasst. Es besteht daher das aus gleich-

langen Ketten und Einschlagfäden zusammengesetzte genau quadratische Stück aus 41 Baumwollfäden, 104 Shoddyschafwollfäden und 370 reinen Schafwollfäden, woraus sich leicht das Prozentverhältniss berechnen lässt. Selbstverständlich hat man dann nur das Prozentverhältniss der Fadenzahl. Will man das Gewichtsverhältniss annähernd berechnen, so muss man mikrometrische Bestimmungen vornehmen. Kennt man auf Grund einer Anzahl von Messungen die mittlere Dicke der Baumwoll- und Schafwollfäden, welche in einem Muster enthalten sind, so kann man unter Berücksichtigung des Umstandes, dass Schafwolle, bei gleichem Breitedurchmesser eine etwa doppelt so grosse Querschnittsfläche besitzt als Baumwolle (da diese immer stark flachgedrückt ist), leicht jene Verhältnisszahl berechnen, mit Hilfe welcher das procentische Gewichtsverhältniss festgestellt werden kann. Dabei geht man allerdings von der Voraussetzung aus, dass das specifische Gewicht der Baumwolle dasselbe wie das der Schafwolle ist, was zur Genüge zutrifft;¹⁾ ferner wird auf den Farbstoff und die Beize der Fasern keine Rücksicht genommen.

Ist also s der Durchmesser der Schafwolle, und b derjenige der Baumwolle, so ist das Verhältniss der Querschnittsflächen beiläufig $s^2 : -\frac{b^2}{2} = -\frac{2s^2}{b^2} : 1$. Multiplicirt man also die oben für die

Fadenzahl der Schafwolle erhaltene Grösse mit $\frac{2s^2}{b^2}$, so erhält man annähernd das Gewichtsverhältniss von Schaf- und Baumwolle, denn die Schafwolle ist in dem doppelten Verhältnisse des Querschnittes schwerer als die Baumwolle. Besteht also ein Muster aus der gleichen Anzahl gleich dicker Fäden von Baum- und Schafwolle, so ist die Fadenprocentzahl für beide 50%; die Gewichtsverhältnisszahlen hingegen $B : S = 50 : 2 \text{ } / \text{ } 50 = 1 : 2$, also 33 3% Baumwolle und 66 6% Schafwolle.

Schliesslich sei noch darauf hingewiesen, dass man dieselbe Methode auch auf die anderen Fasern anwenden kann.

Man kann aus den, an den betreffenden Orten angegebenen Formverhältnissen der Querschnitte der Fasern, die hierzu nothwendigen Daten leicht ableiten. In keinem Falle erscheint jedoch die Frage so wichtig, wie bei Baum- und Schafwolle, weshalb diese hier näher besprochen wurden.

Mikroskopische Untersuchung der Shoddy.

(Kunstwolle, Alpacca, Mungo, Extract.)

Die Wiederherstellung von verspinnbaren Wollfasern aus Wolllumpen, welche zuerst etwa 1845 in England geübt wurde, hat gegenwärtig eine solche Ausdehnung an Continente und

¹⁾ Siehe A. Stückhardt, Chemischer Aekersmann, 1861, Heft II, p. 117; Nathusius, Wollhaar des Schafes, p. 148 ff.

in Nordamerika erlangt, dass gegenwärtig angeblich etwa 33⁰/₁₀ der verarbeiteten »Wolle« Kunstwolle ist. In fast allen Staaten Europas giebt es gegenwärtig Shoddy-Fabriken, welche mindestens 100—150 Millionen Kilogramm Kunstwolle liefern. Da die Schafwolle im Allgemeinen 4—6mal so theuer ist, als die Lumpenwolle, so ist es nicht nur naheliegend, dass alle billigeren Stoffe Shoddy enthalten müssen, sondern auch, dass häufig eine mehr oder minder weitgehende Verfälschung von Stoffen, deren Preise reiner Schafwolle entsprechen würden, stattfinden wird.

Grothe¹⁾ fand unter zahlreichen untersuchten Streichgarnproben nur 15⁰/₁₀ derselben Mungo-frei. Viele Hunderte von mir mikroskopisch untersuchte englische und Brünner Wollstoffe lehrten mir auch das überaus häufige Vorkommen von Shoddy in Stoffen. Sowie bei der Schafwolle giebt es jetzt auch bei der Kunstwolle mehrere Sorten, die nicht gleichwerthig sind, und deren Besprechung hier aus mehreren Gründen nothwendig ist.

Meistens theilt man die Kunstwolle in Shoddy, Alpacca und Mungo ein. Shoddy wird aus reinen, ungewalkten Schafwollstoffen gewonnen; ferner aus rein schafwollenen Wirk- und Strickwaaren (Tricotagen), und endlich aus nicht gescheerten Stoffen (z. B. Lama). Man erhält eine reine, über 2 cm lange Faser.

Alpacca (auch Extract genannt) gewinnt man aus denselben Geweben (Lumpen), wenn dieselben noch pflanzliche Fasern enthalten. Diese letzteren können nur durch den von Köber erfundenen Carbonisirungsprocess entfernt werden (der meistens darin besteht, dass die Lumpen mit Schwefelsäure von 4⁰ B. eingesäuert und dann bei 60—80° C. in besonderen Trockenöfen getrocknet werden, worauf die zerfallenen Pflanzenfasern durch Klopfen leicht entfernt werden, während die Schafwollfaser an Festigkeit kaum leidet; die überschüssige Schwefelsäure muss durch ein Sodabad und Auswaschen entfernt werden). Meist über 2 cm lang.

Mungo (von it must go = it muss gehen, Mungo zu verspinnen) wird aus reinen oder unreinen Tuchstoffen (d. h. gewalkten) erzeugt. Ist kurzfasernig, 5—20 mm lang.

Einzelne Fabriken unterscheiden mehrere Sorten, und zwar, zum Beispiel.

1. Shoddy oder Thibet (aus Hadern bester Wolle, langfasernig).
2. Flanell (aus weissem Flanell).
3. Mungo (aus gewalkten Stoffen).
4. Gestrickte Wolle (aus Tricotagen).
5. Alpacca (aus Halbwolllumpen).
6. Damast (aus Möbelstoffen).
7. Merino (aus Merino-Wollstoffen).

In Brünn unterscheidet man Alttuch-Mungo, Neutuch-Mungo, Weichwollshoddy (aus Kammgarnstoffen), Thibet, Alpacca (Extract) I (aus ungewalkten), Alpacca II (aus gewalkten Stoffen).

¹⁾ Zeitschrift der Wollinteressenten Deutschlands. 1875.

Bei der mikroskopischen Untersuchung von Garnen und Geweben (Tricotagen etc.) auf Shoddy, welche zu den interessantesten Problemen der technischen Mikroskopie gehört, ist Uebung und Genauigkeit erste Voraussetzung, nachdem dieselbe auch zu den feinsten und schwierigsten Aufgaben gehört.

Nicht jedem Faden kann es angesehen werden, ob er Shoddy ist oder nicht, und nicht ein Merkmal genügt, um Kunstwolle in einem Stoffe zu erkennen, sondern nur der Zusammenhalt vieler.

Wir wollen nun der Reihe nach die wichtigsten Momente, welche bei dem Shoddynachweise in Betracht kommen, ins Auge fassen.

1. Fremde Fasern. Reine Schafwollstoffe bestehen nur aus einerlei Fasern. Gewebe theurer Art, die also aus besserer Wolle erzeugt wurden, sollen eine ziemlich gleich grosse Dicke der einzelnen Schafwollfäden aufweisen. Auf keinen Fall darf in einem solchen Stoffe z. B. neben einer zweifellosen Merinofaser ein Zackelhaar sich finden, es sollen also die in einem feinen Stoffe vorkommenden Wollfäden so beschaffen sein, dass sie sich auf eine einzige oder mehrere nahe verwandte Sorten zurückführen lassen. Da nun aber das Schafvliess nicht nur oft sehr verschiedene Sorten aufweist, sondern auch oft höchst verschiedene, reine Wollen miteinander versponnen werden, so kann die Verschiedenheit der Dicke zwar zu einer Güte- oder Werthbestimmung des Gewebes, nicht aber zu einem zweifellosen Resultate in der Shoddyfrage dienen.

Nach C. Cramer¹⁾ kann die Dicke der Haare bei einem und demselben Schafe von 12—85 μ wechseln.

Bemerkenswerth ist, dass selbst bei sehr schönen Wollen manchmal einzelne Stichelhaare (steife, spitze, kurze Haare, die besonders an den Extremitäten der Schafe vorkommen) auftreten, die beim Scheeren hineingelangten, und ebenso, wie die selbst zwischen den Merino-Wollhaaren oft vereinzelt auftretenden Grannenhaare (hier Hundshaare genannt), die kaum zu entfernen sind, zu dem Glauben verleiten können, dass eine grobe Beimengung erfolgt ist. Doch treten Stichel- und Hundshaare bei Merinowollen nur ausnahmsweise auf. Die Möglichkeit ihres Vorkommens ist indess im Auge zu behalten. Dass die Landwollen nebst feinen Wollhaaren grobe Grannenhaare in Menge aufweisen, ist hier auch zu wiederholen.

Auch Pflanzenfasern können sehr leicht in der Menge von unter $\frac{1}{2}\%$ in die reine Schafwolle gelangen. Um selbst Spuren von Pflanzenfasern in Stoffen zu erkennen, kocht man das ganze Gewebe in einer reinen Eprouvette bis zur völligen Auflösung der Schafwolle mit mässig concentrirter, ganz klarer Natronlauge, filtrirt dann durch ein sehr feines Messingdrahtnetz und untersucht den Rückstand. Bei diesem Vorgange bleiben nur die Pflanzenfasern über und verändern sich dabei so wenig, dass man zum Beispiel Baumwolle, Jute, Flachs u. s. w. ganz gut erkennen kann.

¹⁾ Programm des Züricher Polytechnikums, 1881, p. 12.

Die Schafwolle enthält oft ungeheure Mengen von sogenannten Kletten; darunter versteht man die mit Stacheln und Widerhaken versehenen Früchte von *Xanthium*- und *Medicago*-Arten, daneben aber auch Fruchtknoten von *Galium Aparine*, *Bidens* u. s. w. Namentlich die südamerikanischen Sorten sind häufig »Klettenwollen«, und ganz durchsetzt von Früchten von verschiedenen *Medicago*- (Schnecken- klee-) Arten. Diese sind nur höchst schwierig und nie ganz aus der Wolle zu entfernen, und gelangen so theilweise auch in das Gewebe des Tuches.

C. Cramer wies nach, dass in Tuchen Theile (Gefässbündel, Bastfasern, Stacheln) von solchen *Medicago*kletten vorkommen. Bei der Verarbeitung der Wolle werden (theils mechanisch, theils durch Carbonisiren) die Kletten theilweise zerstört und es gelangen die widerstandsfähigen Nerven (Gefässbündel) in das Garn. Der Zerstörungsprocess der Kletten kann schon am Thiere selbst zum Theile vor sich gegangen sein, wenn die Wolle nicht allzukurze Zeit stand. So erklärt sich das häufige Vorkommen von kurzen Fasern, Gefässbündeln und dergleichen in Geweben.

Dass man hier und da auch beliebige andere vegetabilische Gewebelemente und Pflanzentheile in Wollen und Stoffen findet, wie Holz, Moos, Baumwolle etc. braucht kaum näher erörtert zu werden.

Wichtig ist, festzuhalten, dass die vegetabilischen Fasern der Kunstwolle in der Regel durch Carbonisiren entfernt werden. Mithin ist das Fehlen von Baumwolle, Flachs etc. kein Criterium für den Shoddymangel.

Wenn aber in einem Stoffe Baumwolle (stets gefärbt) oder Cosmosfaser (s. pag. 57) vorkommt, wenigstens in der Menge von ein paar Prozenten, so kann dies geradezu als ein Beweis für die Gegenwart von Shoddy angesehen werden, denn es dürfte kaum vorkommen, dass ein echter Schafwollstoff mit Baumwolle direct verfälscht wird. Es geschieht dies stets nur durch Vermittlung von Kunstwolle. Dabei ist aber wohl zu beachten, ob es sich nicht blos um Spuren handelt. Ungefärbte Baumwolle ist, wenn nicht in auffällender Menge auftretend, stets unverdächtig.

2. Die Länge der Faser ist nur in einzelnen Fällen brauchbar zum Shoddynachweise. Selbst die beste Shoddy ist kürzer als die natürliche Schafwolle. Aber nur in guten Kammgarnen sowie in ungescheerten Stoffen und in Tricotgeweben erscheint die Schafwollfaser annähernd in ihrer natürlichen Länge.

Nur in Kammgarnstoffen lässt sich diese durch vorsichtiges Auseinanderlösen und nachträgliches Aufdrehen der benetzten Garnfäden einigermaßen sicher bestimmen. Bei den rauen Stoffen ist dieses schon schwieriger, oft unmöglich. Ebenso bei Tricotagen schwer. Bei gut gewalkten Stoffen treten schon zahlreiche Zerreißungen beim Zerlegen des Gewebes ein, und ist der Stoff gescheert, so sind, zumal bei dünnen Geweben, viele Wollfäden zerschnitten. Dazu kommt noch, dass nicht selten Tuschseererabfälle in fertige Stoffe eingewalkt

werden, um die Filzdecke zu verbessern und das Gewicht zu erhöhen. Solche Stoffe enthalten dann zahlreiche $\frac{1}{2}$ —1 cm lange Fäden, die nicht als Mungo bezeichnet werden können. Ferner ist zu beachten, dass sichere Längenbestimmungen schwierig und zeitraubend sind, und dass ja auch die natürlichen Wollen in der Länge von $2\frac{1}{2}$ bis 50 cm und mehr variiren. Es giebt Kunstwollen, die länger als viele Naturwollen sind.

Einen Zusatz von sehr kurzen Fasern kann man durch Reiben der Muster mit einer sehr steifborstigen Bürste nachweisen.

Ein gutes Tuch giebt hierbei kaum $\frac{1}{2}\%$ Faserabfälle (auf beiden Seiten zusammen). Betragen die Abfälle auffallend mehr, so erscheint eine nähere einschlägige Untersuchung am Platze. Die so erhaltenen Abfälle sind auch ein gutes Material zur näheren histologischen und chemischen, sowie Farbenprüfung mit Bezug auf Shoddy. Denn ist in einem Stoffe solche vorhanden, so rühren die Abfälle zum grössten Theile von ihr her, da sie jedenfalls kurzhaariger und spröder ist.

Man wird also an den Abfällen, die weiter unten zur Sprache kommen, die Eigenschaften der Shoddy besonders leicht constatiren können.

An dieser Stelle ist auch zu erwähnen, dass die (eingewalkten) Scheerhaare fast stets zwei scharfe Schnittflächen haben (s. pag. 116).

3. Die Dicke ist, wie schon aus dem sub 1 Gesagten ersichtlich ist, ein unzuverlässiges Merkmal. Je gleichmässiger dick die Fäden eines Schafwollgewebes sind, als desto besser wird dasselbe anzusehen sein. Eine auffallende Uebereinstimmung der Dicke der einzelnen Fäden in demselben Stoffe kommt aber nur bei feineren Wollen vor, da die gröberen wegen dem Nebeneinanderauftreten von groben Grannen- und feinen Wollhaaren sehr »unausgeglichen« sind. Nur dann, wenn die Dickenverhältnisse besonders grosse Differenzen aufweisen, in Verbindung mit solchen in der Qualität der Schafwollfäden selbst, kann man einen Wahrscheinlichkeitsschluss auf Shoddy ziehen.

4. Histologische Eigenschaften der Shoddy. Gute Schafwolle zeigt fast stets eine deutliche Epidermis, welche aus verschiedenen gestalteten Schuppen besteht; doch geht schon aus den p. 88 und 99 gemachten Angaben hervor, dass besonders Landwolle meist von der Spitze aus oft weithin der Epidermis entbehrt, während sie im Uebrigen den normalen Bau aufweist. Es kann daher, wie dies schon öfter geschehen ist, das häufige Fehlen der Schuppen an Fäden von Stoffmustern im Allgemeinen nicht als Beweis angesehen werden für die Gegenwart von Kunstwolle, selbst dann nicht, wenn von den gröberen Fasern $\frac{1}{4}$ — $\frac{1}{3}$ derselben theilweise der Schuppen entbehren. Denn es ist sicher, dass viele Landwollen von der Spitze weitab, schon am lebenden Thiere schuppenlos sind; dies bezieht sich aber nur auf die groben und langen Grannenhaare (welche die Hauptmasse der Landwollen ausmachen). Die eigentlichen Wollhaare, welche bei den Landschaften von den längeren Grannenhaaren überragt und geschützt werden, und bei den Merinos durch den reichlichen Fettschweiss

besonders im Aussenstapel bedeckt und verklebt sind, zeigen nach meinen Erfahrungen die Erscheinung der fehlenden Schuppen nicht, oder doch nicht in einem irgendwie merklichen Masse. Die Ursache hievon ist auch noch anderweitig begreiflich. Die stark gekräuselte Merinowolle ist offenbar nicht so leicht durch Reiben u. s. w. von den Schuppen zu befreien, als die straffe, derbe und widerstandsfähige Landwolle, welche noch dazu an der Spitze fast ganz frei von Fettschweiss ist. Die feineren Merinoschafe werden auch sorgfältiger genährt und gehalten, was zur vollkommenen Ausbildung und Erhaltung der Haare beiträgt, Umstände die bei den Landrassen nicht zutreffen. Auch muss ich erwähnen, dass bei den Landwollen die Haare mehr einzeln und frei sind, und sich daher mehr gegeneinander reiben, ferner, dass hier die Schuppen meist flach sind und daher leichter abfallen, als die halb- bis ganzcylindrischen Schuppen der Merino-Wollhaare und anderer, welche zudem auch dicker sind. Ein steifes markfreies Haar wird überhaupt leichter beschädigt, als ein biegsames weiches und elastisches.

Aus Allem geht hervor, dass es bei feineren Wollen fast nie vorkommen kann, dass die Epidermis fehlt, während dies bei grober Landwolle oft der Fall ist. Findet man daher von der Epidermis befreite Merino- und andere feine Wollen, so erscheint dies allerdings als ein Shoddy-Anzeichen, während dieselbe Erscheinung bei grober Wolle keinen Verdacht erwecken kann.

Nach Rohde,¹⁾ Körte²⁾ und C. Cramer³⁾ sind schlecht geschlossene Stapel, schlechte Wartung der Thiere, schlechte Ernährung, Krankheit, Einwirkung von Harn, Schnee, Regen, Staub, feuchte Verpackung der Wolle, zu schneller und häufiger Wechsel von Nässe und Kälte, zu warme oder alkalische Wollwäsche, Waschen mit faulem Harn u. s. w., Ursachen, welche schon vor dem Fabrikationsprocesse die Structur der Wolle verändern können, zur theilweisen Ablösung der Epidermis, zur Aufweichung und Zertheilung der Enden u. s. w. führen. Kommt dann noch die Thätigkeit des Wolfes, das Spinnen, Weben, Rauhen, Kratzen, Walken, Säuern, Waschen u. s. w. dazu, so erscheint es um so begreiflicher, dass selbst gute Wolle manchmal keine Epidermis aufweist.

Auch sonstige angebliche Kennzeichen der Shoddy, wie Zerrungenstellen (Verdünnungen), Ungleichmässigkeiten in der Dicke, können kaum zur Erkennung derselben verwendet werden, nicht nur, weil eben solche in manchen Naturwollen regelmässig vorhanden sind (siehe die Beschreibung diverser Schafwollsorten oben p. 94 ff.), sondern auch, weil die Untersuchung von Shoddysorten lehrt, dass dieselben durchaus nicht charakteristisch sind. Die meisten der von mir untersuchten Shoddy-, Mungo- und Alpaccasorten zeigten, was die Structurverhältnisse im Längsverlaufe anlangt, durchaus nichts von gewöhnlicher Schafwolle Abweichendes. Daher kann ich auch die Angabe,

¹⁾ Beiträge zur Kenntniss des Wollhaares, p. 67.

²⁾ Das deutsche Merinoschaf, seine Wolle etc., p. 109, 155 ff.

³⁾ Programm u. s. w. (s. o.), p. 16.

dass auch ein brauchbarer chemischer Unterschied zwischen Schafwolle und Shoddy besteht, nicht bestätigen. Kunstwolle soll durch Kali- und Natronlauge viel rascher angegriffen werden, also rascher quellen als das neue Wollhaar, und dieser Umstand ein wichtiger Anhaltspunkt sein. ¹⁾ Ich habe nie einen deutlichen oder brauchbaren Unterschied in dieser Beziehung bemerkt.

5. Hingegen ist es sicher, dass die Enden der Shoddyfäden anders beschaffen sind als die der Naturwolle. Bei der Gewinnung der Kunstwolle werden die Fasern stets zerrissen. Bei weitem die grösste Mehrzahl der Enden der Lumpenwollfasern entstehen daher durch Zerreißen, während ein solches bei der Naturwolle seltener vorkommt. Bei der Untersuchung dieses wichtigen Umstandes muss naturgemäss darauf geachtet werden, dass man bei der Zertheilung des Stoffes nicht selbst die Fasern zerreisst. Wie solche Zerreißenden aussehen, lernt man am besten, wenn man sich solche selbst erzeugt und unter dem Mikroskop betrachtet. Die Epidermis reisst glatt ab, ebenso das etwa vorhandene Mark, während die Faserschichte pinselartig hervortritt. Dieses Verhalten tritt namentlich nach Quellung in Salzsäure deutlich hervor. Findet man zahlreiche oder die meisten sichtbaren Enden zerrissen, so deutet dieses auf Shoddy, und sind dabei die Fasern kurz, so auf Mungo. Scheerhaare sind stets sehr kurz und meist beiderseits scharf abgeschnitten.

Um kurze Haare in Geweben rasch nachweisen zu können, ist es zweckmässig, dieselben durch Klopfen oder durch starkes Abreiben mit einer scharfen Bürste zum Theile herauszulösen.

6. Die Färbung ist das wichtigste Kennzeichen der Shoddy. Bei der Fabrikation werden zunächst die Lumpen in Shoddy-, Extract- und Mungolumpen sortirt. Jede dieser Sorten wird dann weiter nach der Farbe in erster Linie eingetheilt. Viele Lumpen zeigen nur einerlei Farben. Die meisten hingegen bestehen aus sehr verschieden gefärbten

¹⁾ Rob. Schlesinger, Mikrosk. Unters. d. Gespinnstfasern, Zürich 1873, p. 65. Diese Schrift, deren Abbildungen werthlos sind, ist reich an Unrichtigkeiten und Oberflächlichkeiten. Widersprüche sind massenhaft, z. B. p. 36: Angoraziegenhaare, kein Markstrahlencanal sichtbar; p. 37: M. fast wie das Lumen einer Bastfaser $\frac{1}{4}$ — $\frac{1}{2}$ des Durchmessers einnehmend, Pag. 14 heisst es bei Manilahanf: Die Faser wird durch Jod und Schwefelsäure bläulich gefärbt; p. 29:.. färben sie goldgelb! p. 37 heisst es: »Die Haare von Auchenia pacos in Bolivien, Thibet und Peru...; p. 42—44 heisst es bei der Seide (gesperrt gedruckt, also wohl ein Hauptmerkmal?): »Polarisations-Farben« deutlich, wenig deutlich, sehr deutlich etc. Was ist eine deutliche Polarisationsfarbe?! p. 39—40 wird die Mikroskopie der Schafwolle in 10 (!) Zeilen abgethan. Gleich in der ersten heisst es: Breite 0.014 bis 0.06 mm, während doch Haare bis 100 μ Dicke vorkommen. Dann heisst es »Markzelleninseln sind sehr häufig« und so fort. Mit Erstaunen liest man p. 25 vom Flachse, dass er mit Jod- und Schwefelsäure blau wird, und auf der folgenden Seite im nächsten Satze, dass schwefelsaures Anilin grössere oder geringere Quantitäten von Holzstoff anzeigt. Abgesehen von dem Widerspruche, da die eine Reaction die andere ausschliesst, weiss doch jeder Studiosus der Chemie, dass die Leinenfaser nicht verholzt ist. Es ist lebhaft zu bedauern, dass ein solches Machwerk, das nicht genug gebrauchsmässig werden kann, freundlich aufgenommen wurde und zum Theil wörtlich in wichtigen Handbücher (z. B. Bolley's Handb. d. chem.-techn. Unters. 1879) übergegangen ist und noch gegenwärtig, wie aus der Literatur zu ersehen ist, als brauchbar erkannt wird.

Wollen, wobei die Farben bei den diversen Lumpen in den verschiedensten Combinationen vorkommen. Die Folge davon ist, dass nur wenige Shoddyproben eine einzige Farbe aufweisen, ja, dass dies überhaupt kaum vorkommt, denn selbst anscheinend ganz reine weisse, rothe, grüne, gelbe Shoddyproben zeigten mir stets auch noch anders gefärbte Fäden. Es kommt dies der Hauptsache nach davon her, dass gegenwärtig fast alle Stoffe gemustert sind, so dass es fast gar keine rein rothen, grünen etc. Stoffe giebt und daher auch keine rein gefärbte Shoddy möglich ist. Enthält ein rother Lumpen einzelne grüne Fäden, so wird aus ihm rothe Shoddy erzeugt, welche natürlich sich durch einzelne grüne Fasern verrathen muss. — Findet man daher in einem Garnfaden, der eine bestimmte Hauptfarbe aufweist, einzelne (oft sehr zahlreiche) Fäden mit ganz abweichender, oft sehr greller Färbung, so kann man mit Gewissheit das Vorhandensein von Kunstwolle behaupten.

Namentlich folgende Umstände kommen hierbei noch in Betracht. Erstens, wenn ein Gewebe oder Garn eine unbestimmte graue bis bräunliche und schwärzliche, überhaupt eine schmutzige Farbe aufweist, und dabei aus Fäden aller Farben besteht, so ist es der Hauptsache nach aus Kunstwolle zusammengesetzt.

Zweitens, wenn ein Schafwollgewebe Schafwolle mit (meist gefärbter) Baumwolle melirt oder zwirnartig zusammengedreht enthält, oder eine völlige oder theilweise Baumwollkette, so ist viel Kunstwolle vorhanden.

Drittens. Schafwollstoffe, welche Cosmos enthalten, sind kaum je aus reiner Wolle, was die Thierfaser anbelangt, gemacht.

Viertens. Die Shoddygarne oder Fäden finden sich in den Geweben meist mehr weniger versteckt, im Innern, oder auf der Kehrseite. Sie sind gewöhnlich dicker, dabei aber leichter zerreisslich, beim Zerreißen stäubend (den Staub untersuchen!), stärker gedreht und krauser, also weniger glatt als die Garne aus reiner Wolle. Häufig wird auch ein dickerer Shoddyfaden von einem dünnen, aber festen Schafwollgarnfaden umwunden gefunden.

Fünftens. Sind die Fäden, welche verschiedene Farben aufweisen, auch noch sonst in der Dicke und Histologie sehr verschieden von einander, so liegt die Sache noch klarer.

Sechstens ist hingegen zu beachten, dass, wenn in einem Gewebe n verschiedene Garne vorkommen, mit m schon makroskopisch verschiedenen Farben, es dann ganz gut möglich ist, dass jedes der n Garne alle m Farben aufweist, nachdem beim Weben und eventuellen Walken ganz gut Fäden aus einem Garne in die anderen anders gefärbten hineingelangen können. Dabei werden aber die fremden Fäden erstens nur spärlich (und mehr aussen am Garnfaden) auftreten, und zweitens wird sich leicht nachweisen lassen, dass sämtliche abweichend gefärbte Fäden von den übrigen Garnen des Musters herrühren; sie werden dann in Farbe, Dicke und Histologie mit ihnen übereinstimmen. Ferner darf nicht vergessen werden, dass manchmal absichtlich verschieden gefärbte Wollen vor dem Verspinnen

vermengt (melirt) werden. In der Regel jedoch nur 2—3 Farben, die meist auch zusammenpassen werden. Also nicht orange und grün, oder gelb und blau etc., hingegen weiss und schwarz, weiss und blau etc. Man wird also kaum in die Lage kommen ein absichtlich melirtes Garn, das nur aus wenigen bestimmten Farben besteht, mit einem Kunstwollgarn zu verwechseln, das fast stets einzelne Fasern von allen Farben aufweist.

Hier kann auch bemerkt werden, dass auch Seide, und zwar echte und Tussahseide mit Schafwolle zusammen versponnen oder gezwirnt in Wollgeweben vorkommt und zwar auch in gewalkten Stoffen. Man darf daher das Auftreten von Seide durchaus nicht als ein untrügliches Zeichen von Shoddy betrachten, wie dies schon geschehen ist. Gewalkte oder ähnliche Stoffe, denen Farbmuster auf eine missfärbige und dabei einfärbige Grundlage aufgedruckt sind (bedruckte Shoddy), wobei meist eine Baumwollkette vorhanden ist, sind reine Shoddygewebe.

Sind in einem Stoffe (besonders in dickeren) sehr verschieden dicke Garne vorhanden, so sind die stärkeren am meisten shoddyverdächtig und hierauf besonders genau zu untersuchen.

Man findet aber auch blaue, schwarze und anders tingirte ganz einfärbige Stoffe, welche auch mikroskopisch betrachtet nur eine, wenn auch verschieden nuancirte Farbe aufweisen. Ebenso giebt es gelbliche (also naturfärbige) Flanelle, die man, selbst mikroskopisch untersucht, leicht für rein schafwollen erklären kann und die doch zum Theil wenigstens aus Kunstwolle bestehen. Solche helle, fast weisse Sorten werden theils aus weissen Lumpen, theils aus gebleichten ursprünglich lichtfarbigen Hadern erzeugt. Im ersteren Fall giebt die Farbe manchmal, wenn nämlich, was selten vorkommen dürfte, ganz ungefärbte Schafwolle vorliegt, keinen Aufschluss, muss man also zu den übrigen Kennzeichen greifen. Wenn hingegen die helle Färbung durch Bleichung erzeugt ist, dann erkennt man an vielen Fasern stets noch eine schwache Färbung in Form eines röthlichen, grünlichen etc. Schimmers. Oft wird jedoch verschiedenfärbige Kunstwolle dunkel, z. B. blau, schwarz, braun gefärbt und hierdurch eine scheinbar einfärbige Kunstwolle gewonnen, die gefärbter Naturwolle sehr ähnlich sein wird.

In diesem Falle muss man die nachträglich angebrachte Farbe am besten durch Erwärmen des Musters mit Salzsäure zerstören. Es treten dann wieder, wenigstens theilweise, die ursprünglichen Farben hervor, oder man erkennt doch, dass die Fasern ursprünglich anders gefärbt waren. Auf diese Weise geben schwarze, graue, blaugraue, blaue Tücher nach Behandlung mit Salzsäure oft alle möglichen Farbennuancen, zum Beweise ihrer Zusammensetzung aus Shoddy.

Die **quantitative** Bestimmung der Kunstwolle kann nur durch genaue Zählungen und eventuell mikroskopische Messungen durchgeführt werden. Es werden einfach alle jene Fasern der einzelnen Garnfäden, welche als Shoddy zu erkennen sind, zusammengezählt

und das Verhältniss berechnet zu den übrigen Fäden. Im Allgemeinen wird man hierbei Zahlen erhalten, welche kleiner sind als die wahren, da sich viele Shoddyfäden von echter Schafwolle nicht unterscheiden.

Aber auch die grosse Fadenzahl der Stoffe ist ein Hinderniss für eine genauere quantitative Bestimmung. Wie man leicht berechnen kann, enthält ein nicht besonders dickes Tuchmuster von 2—3 cm Seitenlänge circa 30.000 (bis 50.000) Einzelfäden. Kleinere Musterstücke, die weniger Fäden führen, geben wieder keine Garantie dafür, dass sie gerade ein mittleres Gemenge der zu prüfenden Fasern enthalten.

Es giebt aber zwei Wege, welche zu einem einigermaßen sicheren Ziele führen. Man kann entweder den Stoff in seine Garnfäden zerlegen und diese weiter in die einzelnen Fasern, von welchen eine grössere Anzahl (ca. 1000) genauer untersucht und notirt werden, oder man bürstet die kürzesten Fäserchen aus dem Tuche heraus und untersucht diese.

Am zweckmässigsten erscheint unbedingt die erste Methode, welche sich an das über die Untersuchung der Gewebe überhaupt Gesagte anschliesst.

Tuchscheererabfälle, welche häufig in die Filzdecke von Tuchen eingewalkt werden, auch in schlechter Mungo vorkommen, sind meist nur einige Millimeter lang (bis etwa 1 cm) und an den Enden scharf, gerade oder schief abgeschnitten. In Folge des Druckes der Scheere auch häufig an der Schnittfläche verbreitert.

Häufig zeigen sie auch in demselben Muster verschiedene Farben.

2. Ziegenhaare.

Von den Ziegen (*Capra hircus*) stammen vier verschiedene Haararten des Handels. Das gemeine Ziegenhaar, das Geissbarthaar, die sogenannte Angorawolle (Mohair) und die Thibetwolle.

Das gemeine Ziegenhaar (Fig. 49b) ist weiss, gelblich bis braun und schwarz, meist 4—10 cm lang. Es besteht fast nur aus Grannenhaaren, die als Raufwolle fast stets noch die Haarzwiebel aufweisen; diese ist meist wurzelartig verschmälert oder kolbig. Die mittleren Haare zeigen folgenden Bau. An der Basis sind sie etwa 80—90 μ dick. Die Wurzel ist etwa $\frac{1}{3}$ mm lang. Das an der Wurzel ganz schmal beginnende Mark nimmt sehr rasch an Dicke zu und ist schon einige Millimeter über dem Grunde 50 μ dick, wo die Haardicke 80—90 μ beträgt. Die Faserschicht bildet daher nur einen dünnen Cylinder. Der Querschnitt ist rund. Die Epidermis besteht aus etwa 15 μ hohen, querebreiteren Schuppen, deren Vorderrand kaum verdickt ist, aber scharflinig begrenzt erscheint. Er ist ferner nicht gezähnt, sondern uneben wellig. Diesen Charakter behält die Faser lange bei, nur wird sie bis 100 μ dick, wovon auf den Markcylinder 80 μ kommen. Die Markzellen sind derbwandig, schmal, querebreiter. Gegen die Mitte werden die Haare wieder schmaler und erreichen ihre grösste

Breite kurz vor der Spitze mit ca. $130\text{ }\mu$; hier ist auch die Rindenschichte relativ am schmalsten ($6\text{ }\mu$), und besteht der Markcylinder aus 6–10 Reihen von Markzellen. Hier ist das Haar (zum Theil auch wegen der Kalkung, Aescherung) sehr brüchig und knickt leicht ein.

Gegen die Spitze verdünnt sich das Mark rasch, der Markcylinder wird schliesslich zu einer Reihe von langen Markzellen, hierauf kommen einfache Markinseln, und bei $40\text{ }\mu$ Dicke ist das Haar wieder markfrei. An der lang ausgezogenen Spitze sind die Epidermisschuppen am Vorderrand ausgefressen gezähnelte und dabei höher. Hier ist der Faserrand feingesägt.

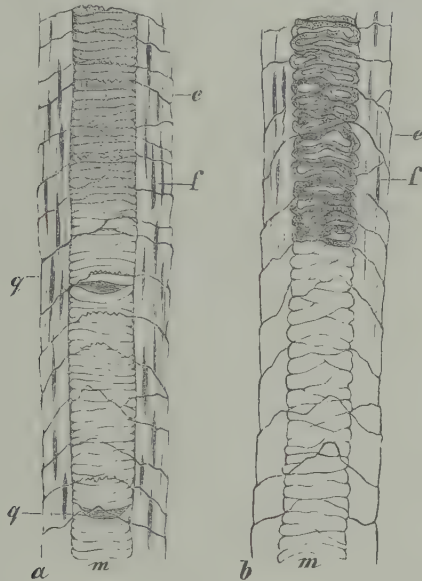


Fig. 49. Aus der Mitte zweier Grannenhaare. *a* Kuhhaar, *b* Ziegenhaar. Man sieht in *a* die charakteristischen Querspalten *q* im Marke *m*, die mit Luft erfüllt sind. In *a* und *b* die Faserspalten *f* und die sich dachziegelförmig deckenden Epidermisschuppen *e*. Vergr. 340.

Die gefärbten Ziegenhaare zeigen den Farbstoff in allen Geweben. Das Mark erscheint bei diesen ganz schwarz, was von der Luft und den Farbstoffkörnern herrührt.

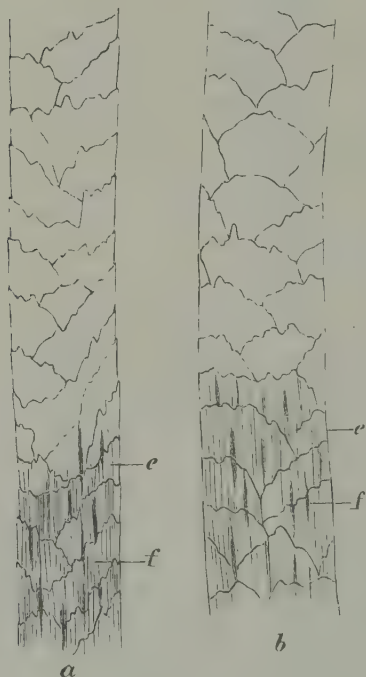
Die Geissshaare, von den Ziegenbärten herrührend, sind bis über 30 cm lange steife Grannenhaare. Basis $100\text{ }\mu$ dick, markfrei, hier Epidermiszellen sehr schmal und feingezähnelte, sich dicht dachziegelförmig deckend, ganz dünn, ohne Randverdickung, daher auch das Haar hier ohne Randsägung. Auf den ganzen Umfang kommen hier 4–5 Schuppen, deren freier Theil ca. $10\text{ }\mu$ hoch und $40\text{--}50\text{ }\mu$ breit ist. Die Fasern erzeugen eine regelmässige und dichte Grobstreifung. In der Mitte des Querschnittes stehen die Fasern lockerer, so dass oft eine Art scheinbares Mark entsteht. Weiter nach aufwärts

nimmt das Haar erst an Dicke ab ($90-95\ \mu$), dann wieder zu (bis $120\ \mu$), ohne den Bau zu ändern.

Nun treten (oft erst $10-15\ \text{cm}$ über dem Grunde) zunächst fast spindelförmige Markzellen auf, die oft nur wie breite Fasern aussehen. Sie werden erst häufiger und gehen allmählig in längliche und runde Zellen über, die schliesslich einen continuirlichen Markcylinder bilden. Hier sind die Markzellen ein wenig querbreiter, stehen mehr- bis vielreihig und bilden schliesslich einen mächtigen Cylinder, der nur von einer ganz schmalen Rindenschicht umgeben ist und von der kaum sichtbaren Epidermis. Der Markstrang reicht gewöhnlich bis zur abgebrochenen Spitze des Haares. Die grösste Breite dieses ist circa $150\ \mu$, davon $10\ \mu$ auf die Faserschicht jederseits. Die ganze Faser ist sehr gleichmässig stielrund.

3. Angora-Ziegenhaar (Mohair).

Eine Primasorte (Fig. 50 a) bestand aus circa $18\ \text{cm}$ langen ganz gleichmässig stielrunden, an der abgeschnittenen Basis $42\ \mu$ dicken



Haaren. Schuppen sehr dünn, ganz flach, halb- bis ganzcylindrisch, querverbreiter, oft vorgezogen, geschweift gezähnt oder grobgezähnt und hie und da feingezähnt. Markfrei; mit auffallender grober Faserstreifung; ganz körnerfrei; auffallend und charakteristisch sind die breiten und regelmässig vertheilten Faserspalten. Ungleichmässigkeiten in der Faserdicke fehlen völlig. Grösste Breite $50\ \mu$. Randsägung völlig fehlend, oder sehr fein und gedehnt. Geringste Dicke $38\ \mu$. Gegen die Spitze werden die Schuppen sehr dünn, ausgefressen gezähnt, schliesslich fehlen sie. Gröbere markführende Haare fehlen; oben natürliche Enden.

Eine gröbere Sorte, 48 bis $67\ \mu$ dick, war nicht ganz gleichmässig; stellenweise nicht stielrund (Fig. 50 b).

Fig. 50. Mohair- oder Angorawolle. Sind Grannenhaare. Markfrei. Epidermisschuppen *e* sehr dünn, dachziegelförmig sich deckend, mit gezähneltem Vorderrande. Grobstreifig, mit grossen Faserspalten *f*. *a* Prima-, *b* Secunda-Sorte. Vergr. 340.

Die Cap-Angorawolle (wie die gewöhnliche von *Capra hircus angorensis*) ist $12-20$, meist $15\ \text{cm}$ lang, leicht wellig, fast straff, sehr gleichmässig dünn ($35-50\ \mu$), stielrund, seidenglänzend. Mark-

frei, mit sehr dünner und gleichmässiger Epidermis, deren Zellen an der Spitze oft etwas abgehoben erscheinen, was am Rande der Faser zu erkennen ist. Der Fasercylinder ist regelmässig geradstreifig, und fallen die vereinzelt Faserspalt auf. An der Spitze fehlt einige Millimeter weit die Epidermis. Der Rand der Epidermiszellen ist dünn, feingezähnt. Auf den Querschnitt fallen 1—3 Zellen. 1—2 cm von der Spitze sind die Schuppen etwas derber, höher, mit sehr schwach verdicktem Rande, meist schief stehend, fast cylindrisch; ihr Vorderrand ist nicht feingezähnt, sondern nur mit groben Zacken und Zähnen versehen. Die ganze Faser ist körnerfrei.

Vereinzelte 60—100 (auch bis 150) μ dicke Haare besitzen einen breiten Markeylinder und nähern sich im Bau den gemeinen Ziegenhaaren, von welchen sie sich jedoch durch ihre gleichmässige Dicke und grössere Schlankheit unterscheiden.

4. Thibetwolle (Paschmina, Cachemirwolle)

ist das feine Wollhaar von *Capra hircus laniger*. Ähnlich feine Wollhaare zeigen aber auch andere Ziegenrassen.

Die Hauptmasse besteht aus 13—26 μ dicken, sehr gleichmässigen, fast stielrunden, von einer derben halb- bis ganzcylindrischen Schuppen-Epidermis bedeckten Wollhaaren, welche grobkrauselig-wellig sind.

Die Schuppen haben einen wenig oder nicht verdickten Rand. Haare innen faserig grobstreifig und mit charakteristischen Faserspalt. Markfrei. Die ganze Faser erscheint unter dem Mikroskop etwas steif. Länge ca. 7 cm. Das obere Ende etwa 7 μ dick, wobei die natürlichen Spitzen meist fehlen. An der Spitze fehlen die Schuppen oder sind so fein, dass man sie kaum bemerkt. Die Faser ist genau stielrund, nimmt von der (meist abgebrochenen) Spitze rasch bis 26 μ an Dicke zu und erscheinen hier die Schuppen am Vorderrande feingezähnt oder auch zahnartig vorgezogen. Faserrand sehr fein gesägt oder auch zahnartig vorgezogen. Erst weiter abwärts werden die Schuppen derber. Alle Schuppen sind hoch.

Ein weisser Ziegenflaum aus den südrussischen Steppen, ferner ein hellbräunlicher Ziegenflaum aus Böhmen, zeigen ganz dieselben morphologischen Eigenschaften, wie die echte Paschmina. Der böhmische Ziegenflaum ist davon nur durch die Farbe verschieden, indem viele Fasern mehr oder minder grosse Mengen von rothbraunen Farbstoffkörperchen enthalten. Hier kommen auch Zwiebeln vor, die der Paschmina fehlen. In der Thibetwolle findet man auch häufiger oder seltener dicke Grannenhaare von weisser Farbe und 10—12 cm Länge, welche im Wesentlichen den Bau der gewöhnlichen Ziegenhaare aufweisen. An der Basis sind sie etwa 70—80 μ dick, markfrei, mit schmalen, fast cylindrischen Schuppen von grosser Dünneheit. Schon ein paar Millimeter über der Basis finden sich einzelne Markinseln, die aus einfachen länglichen Zellen bestehen; hierauf kommt der Markeylinder, welcher bald sehr breit wird. Die grösste

Dieke mit etwa 200 μ findet sich 1 cm vor der feinen Spitze. An der dicksten Stelle ist die Faserschichte nur 13 μ dick, und stehen die derbwandigen Markzellen in etwa 10 Reihen. Sie sind quergestreckt.

5. Die Kalbhaare und Kuhhaare

sind fast stets geäscherte, d. h. mit Kalkmilch behandelte Raufhaare. Sie zeigen daher meist die Haarzwiebel.

Die Kalbhaare bestehen aus dreierlei Arten von Haaren, nebst mancherlei Uebergängen (s. Fig. 51).

a) Die dicken, steifen 5—10 cm langen Grannenhaare haben eine lange und schmale Haarzwiebel. Fast ebensolang ist der Hals des Haares, der einen einreihigen Markeylinder, sowie Markinseln aufweist. Hier sind die Epidermisschuppen sehr dünn, querbreiter, vorn ausgefressen gezähnt, sich dachziegelig deckend. Dicke des Halses 120 μ . Nun nehmen die Haare langsam an Dicke zu (bis etwa 130 μ), der Markeylinder wird breit (75 μ) und besteht aus schmalen ziegelförmig übereinanderstehenden Elementen. Die Faserschichte ist feinstreifig. Die Epidermis schwer sichtbar und wie am Halse gebaut. Der Faserrand ist glatt. Die Markzellen sind sehr dünnwandig, mit reichlichem feinkörnigen Inhalte. Gegen die farblose Spitze der Haare treten deutliche Faserspalten auf. Die Epidermis bleibt sehr dünn und dichtschruppig, feingezähnt. Kurz vor der Spitze verschwindet der Markeylinder, werden die Faserspalten deutlicher, während sich die Epidermis nicht verändert.

Bemerkenswerth ist der Unterschied von den Ziegengrannenhaaren, dass die Markzellen nur in einer Reihe stehen, ganz dünnwandig sind, durch Zerreißen derselben oft eine Art Fächerung des Markes eintritt, oder grössere, rundliche, lufterfüllte Hohlräume entstehen. Die Markzellen haben stets einen reichlichen feinkörnigen Inhalt.

b) Die feinen Grannenhaare sind typisch gleichgebaut, aber dünner, Hals 75 μ , markfrei. Markeylinder, rasch dicker werdend, aus sehr dünnwandigen Zellen bestehend, stellenweise wie gefächert; rundliche grössere Hohlräume häufig durch Zerreißen der Markzellen entstehend. Die Epidermiszellen decken sich sehr dichtschruppig, sie sind fast cylindrisch, schmal, feingezähnt. Der Markeylinder löst sich schon 1 cm über dem Grunde in Markinseln auf, welche sich weit, bis gegen die Mitte verfolgen lassen. Besonders die Querwände der Markinseln sind sehr dünn. In der Mitte des Haares verschwinden die Markinseln völlig und treten gegen die Spitze wieder auf, wo sie wieder in einen continuirlichen Cylinder übergehen, der aber auch nur aus einer Reihe von schmalen, dünnwandigen, sehr inhaltsreichen Zellen besteht und kurz vor der Spitze verschwindet.

c) Die feinsten markfreien Wollhaare sind meist nur 1—4 cm lang und oft nur 20 μ dick. Die Epidermiszellen sind derb, der

Rand der Faser grob und deutlich gesägt. Meist mit Zwiebel und natürlicher Spitze. Mit deutlichen Faserspalten.

Ausserdem gibt es ebenso feine Haare, welche einen kontinuierlichen oder unterbrochenen Markcylinder aufweisen, der nur am Grunde und der Spitze fehlt.

Kuhhaare zeigen denselben Bau, wie die Kalbhaare, was zwar begreiflich erscheint, aber nicht selbstverständlich ist (siehe Fig. 49 a).

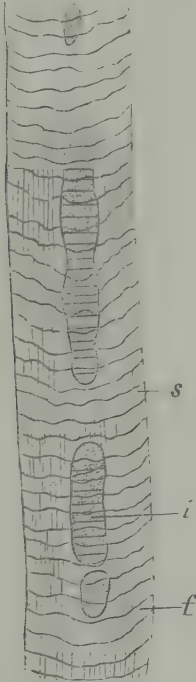


Fig. 51. Mitte eines Kalbs - Grannenhaares. Man sieht die sehr dünnwandigen Markzellen, welche Markinseln bilden *i*, die grobstreifige Faserschichte *f* und die schmalen, dünnen, dachziegelförmig sich deckenden Epidermiszellen *s*. Vergr. 340.



Fig. 52. Kameelhaar. *a* Wollhaar, *b* Grannenhaar. Das Wollhaar ist markfrei, zeigt cylindrisch ineinander geschobene Epidermissschuppen *e* und eine feine Längsstreifung mit braunen Körnchenreihen *f*; das Grannenhaar zeigt einen breiten Markcylinder *m*, der aus einer Reihe flacher, dünnwandiger Zellen mit feinkörnigem Inhalte *k* besteht. Die Faserschichte zeigt Körnchenstreifen und grobe braune Farbstoffknoten *f*. Die Epidermissschuppen *e* sind niedrig, dünn, sehr breit. Vergr. 340.

6. Das echte Kameelhaar

des Handels besteht aus zweierlei auffallend von einander verschiedenen Haaren (Fig. 52).

a) Aus sehr feinen, meist über 10 cm langen, ziemlich regelmäßig kräuseligen Wollhaaren. Dicke 10—16 μ . Markfrei. Fein

und regelmässig längstreifig. Farbe gelb bis braun. Schuppen langcylindrisch, höher als breit, derb, doch der Rand kaum verdickt. Faserrand entfernt stumpf gesägt. Der Rand der Schuppen nicht gezähnt, gerade oder uneben oder geschweift gezähnt. Die Faser ist dem ganzen Verlaufe nach gleich gebaut.

b) Die Grannenhaare sind meist dunkelbraun bis schwarz; mit oder ohne Zwiebel; meist nur 5—6 cm. lang. Mikroskopisch den Grannenhaaren des Kalbes ähnlich, aber die Schuppen sind derber, daher der Faserrand deutlich gesägt. Dickste Stelle 70—80 μ . Markcylinder sehr gross, continuirlich. Markzellen ganz niedrig und flach, meist ein-, doch bis dreireihig, die Querwände sind derb, und gleichmässiger feinkörniger Inhalt. Säugung des Faserrandes ist auffallend und regelmässig. Der reichliche braune Farbstoff ist auch in Form von grösseren Knoten (nebst der gewöhnlichen Körnchenform) vorhanden, welche sehr charakteristisch sind, namentlich für das Mark.

Also ist der Unterschied von den Grannenhaaren des Rindes: Geringere Dicke, derbere Epidermis, schmalere Markzellen mit derben Querwänden, meist dunklere Färbung mit Farbstoffknoten.

Auch fehlen beim Kameelhaare nicht einzelne Grannenhaare von gleicher Grösse, aber ganz ohne Mark. Uebergänge zwischen beiden Formen sind selbstverständlich.

7. Wollen von Kameelziegen (*Auchenia* sp.).

Von den südamerikanischen Kameelziegen (Lamaziegen, Schafkameelen) stammen vier verschiedene Wollarten des Handels, die zum Theile ohne Bedeutung, zum Theile wichtig sind.

1) Von dem Huanaco (*Auchenia* Huanako) die gleich benannte Wolle, welche, wie es scheint (für sich wenigstens), gar nicht nach Europa kommt, und nur in Südamerika verwendet wird. Die Mengen dieser Wolle sind, da das Thier nur gejagt und nicht gezüchtet wird, geringe.

2) Von dem ebenso grossen Lama (*Llama*, von *Auchenia* Lama), welches gezüchtet wird, kommt die Lamawolle. Auch diese findet sich im Handel als solche nicht vor. Huanaco- und Lamawolle werden wohl stets mit Alpaca vermengt oder direct als solche in den Handel gebracht. Nach den vorliegenden Mustern ist auch kaum ein Unterschied zwischen diesen drei Wollarten vorhanden, was nicht nur wegen der nahen Verwandtschaft der *Auchenia*arten mit einander überhaupt leicht verständlich ist, sondern auch deshalb, weil die verschiedenen Körpertheile aller *Auchenien* höchst verschiedene Wollen tragen, so dass die Sorten nach Farbe, Feinheit und Reinheit von steifen Haaren fast nur nach den Körpertheilen differiren.

3) Die Alpaccawolle, welche gegenwärtig fast allein in Europa vorkommt (von dem kleineren gezüchteten Alpaca, *Auchenia* Paco), ist meist schön rothbraun bis schwarz, seltener weiss und grau.

4) Die Vicogne, Vicunna, Vicugnawolle genannt, stammt von der kleinsten *Auchenia* ab (von *A. Vicunna*), welche gegenwärtig

schon selten ist und nur gejagt wird. Es kommt daher diese Wolle, welche früher in grösserer Menge im europäischen Handel, besonders in England zu finden war, gegenwärtig kaum mehr vor.

Es ist daher nur mehr die Alpacca (auch Alpaga, Alpagna genannt) von Bedeutung, die sich auch mikroskopisch kaum von den drei übrigen Arten unterscheiden lässt.

Was als Vicognegarne im Handel vorkommt, besteht aus Baumwolle gemengt mit Schafwolle. Schlechtere, meist gelbbraune, reichlich mit Grannenhaaren versehene, sich schlecht zum Verspinnen eignende Wollen, welche theils von kleinasiatischen Ziegen, theils vom Kameele (?), theils von den Auchenien herrühren, und meist nur zu groben Geweben oder zur Filzfabrikation dienen, heissen Pelotage, Pellotoni, Wickelwolle, Flockwolle.

Alpaccawolle. Wie alle vier besprochenen Auchenia wollen kommt auch die Alpaccawolle in mehreren Farben vor, weiss, grau, gelbbraun, schön rothbraun, schwarz. Die mikroskopischen Eigenschaften kann man am besten an der weissen Varietät studiren und deshalb sei die weisse Alpacca zuerst besprochen. Doch ist zu bemerken, dass die weisse Sorte nicht die feinste und geschätzteste ist. Am werthvollsten sind die rothbraune und die schwarze Sorte. Auch ist zu erwähnen, dass alle die farbigen Sorten von verschiedenen Körpertheilen desselben Individuums herrühren. Nur die grauen und graubraunen Sorten sollen von besonders gefärbten Thieren kommen.

Weisse Alpacca. Besteht aus zwei Arten von Haaren, nebst Uebergängen zwischen beiden.

a) **Wollhaare.** Diese sind meist 10—15 cm lang. Die dünneren sind 15—20 μ dick, ganz markfrei, fein und lang längsstreifig. Mit einer derben Epidermis versehen, welche aus halb- bis ganz-cylindrischen Schuppen besteht, deren freier Theil halb bis ganz so hoch ist, als die Faser dick ist. Die Faser ist am Rande deutlich entfernt gesägt. Der Vorderrand der Schuppen ist ausgeschweift, grobzählig bis wellig oder gerade, kaum verdickt. Die Faser ist nicht ganz gleichmässig dick, und nicht schön stielrund, ohne aber bedeutende Abweichungen zu zeigen. Faserspalten häufig.

b) **Grannenhaare.** Sind in der besseren Waare spärlich, sonst (besonders in Wickelwolle) massenhaft; meist 20—30 cm lang und sehr gleichmässig dick. Am unteren Ende etwa 35 μ breit mit 15 μ dickem Markeanal, der fast gleichmässig mit einer grobkörnigen, grauen Masse erfüllt ist, und aus einer einzigen Reihe von kurzen, cylindrischen Zellen aufgebaut ist. Die Querwände sind ganz dünn, so dass man sie kaum sieht, und eine wirkliche Markröhre vorhanden zu sein scheint. Die freien Abschnitte der Schuppen sind etwa 10 μ hoch. Diese sind meist cylindrisch mit unebenem Vorderrande. Die Faserschichte ist grobstreifig; häufig sind auch Faserspalten zu sehen. Die Schuppen decken sich deutlich dachziegelförmig. Der Faserrand ist undeutlich und stumpfsälig. Unterbrechungen der Marksubstanz fehlen, und demnach auch Lücken im Marke. Der Markeylinder verläuft continuirlich, mit etwas welligen Contouren, aber

mit geringen Schwankungen in der Breite. Gegen die Spitze wird die Faser etwas dicker ($55\ \mu$), der Markeanal breiter, ohne sich in seinen übrigen Eigenschaften zu verändern.

Uebergänge von den Wollhaaren zu den Grannenhaaren mit eingestreuten Markinseln und kurzen Markeylindern sind häufig.

Eine sehr schöne rothbraune, feine Sorte von Alpaca bestand aus meist bis über 20 cm langen Wollhaaren und eben so langen Grannenhaaren. Erstere sind sehr dünn und bilden die Hauptmasse. Die Grannenhaare kommen nur vereinzelt vor (s. Fig. 53).

a) Die Wollhaare sind $12-25\ \mu$ dick, grob braunstreifig; Randzähnelung sehr schwach und entfernt, stumpf, oder fehlend. Die Faser ist sehr gleichmässig dick, fast genau stielrund. Der Epidermisschuppen-Vorderrand kaum verdickt. Die Schuppen selbst meist ganz dünn, vorne gerade oder uneben, oder in einen breiten stumpfen Zahn vorgezogen.

b) Die Grannenhaare ähneln völlig denen der gelbbraunen, nachfolgend beschriebenen Sorte. Nur sind sie stärker und dunkler gefärbt. Die Markzellen sind theils ganz flach ($4\ \mu$ hoch), theils kurz cylindrisch.

Eine gelbbraune Alpaccasorte bestand aus Wollhaaren von grosser Weichheit und Geschmeidigkeit, von $10-16\ \mu$ Dicke und etwa $5-8$ cm Länge. In der Dicke sehr gleichmässig. Markfrei. Epidermisschuppen $8-10\ \mu$ hoch, mit geradem oder wenig unebenem, kaum verdicktem Vorderrand. Der Faserrand ist glatt oder entfernt gesägt. Die Faserschichte ist grobstreifig, mit Farbstoffstrichen und Punktreihen. Die Fasern sind zwar ihrer ganzen Länge nach fast gleich dick, doch nicht stielrund, sondern stellenweise breiter oder schmaler, ohne indessen grobe Unregelmässigkeiten aufzuweisen.

Die Grannenhaare sind ausserordentlich charakteristisch. Sie sind nicht sehr reichlich vorhanden, $5-6$ cm. lang, sehr gleichmässig dick, mit sehr breitem, continuirlichem Markeylinder. Dicke circa $60\ \mu$, davon etwa $45-50\ \mu$ auf das Mark kommen. Die Markzellen sind so wie die Epidermiszellen meist unsichtbar. Nur hie und da sind Andeutungen beider zu sehen. Das Mark besteht nur aus einer Reihe von flachen, kurzeylindrischen Zellen. Die scheinbar continuirliche Markröhre ist höchst charakteristischer Weise mit groben Körnern, welche oft den Anschein von krystallinischen Bruchstücken haben, ausgefüllt. In der Faserschichte finden sich hie und da grosse Spalten, welche offenbar durch Zerreißen der ganzen Rindenschichte entstehen, und auch recht charakteristisch sind. Der braune Farbstoff findet sich vornehmlich in der Rindenschichte, und hier sehr unregelmässig vertheilt, indem er stellenweise sehr grobe Streifen bildet. Die Faser zeigt überall den gleichen Bau und ist sehr regelmässig gleich dick. Die erwähnten Eigentümlichkeiten sind aber nur an den heller gefärbten Haaren zu sehen. Die dunkleren zeigen nur sehr undeutlich oder auch gar nicht ihre Structurverhältnisse. Zwischen den Grannen und den Wollhaaren finden sich Uebergänge mit Markinseln.

Eine andere äusserlich ähnliche, aber entschieden gröbere Sorte bestand aus fast lauter gleichgebauten Haaren, welche einen Übergang von Grammen zu Wollhaaren bilden. Sie sind $30-35\ \mu$ dick, enthalten Markinseln, oder continuirliche Markcylinder, welche häufig die grobkörnige Structur aufweisen. Die Markzellwände, sowie die Epidermiszellen sind nur stellenweise sichtbar. Die vereinzelt Markzellen sowie die Zellen der kurzen Markcylinder sind länglich und haben einen mehr feinkörnigen Inhalt, während die breiten Markcylinder aus kurzen Elementen bestehen und einen grobkörnigen Inhalt führen. Die Epidermis ist meist unsichtbar, die Randsägezählung meist undeutlich oder fehlend. Es ist aus dieser Beschreibung ersichtlich, dass trotz der abweichenden Beschaffenheit doch die Alpacca-Structur zu erkennen ist.

Eine »graue« Alpacca bestand aus Haaren von verschiedener Farbe (weiss, grau, graubraun, gelbbraun, rothbraun, schwarz etc.) und ist daher ein Gemenge oder rührt von einem huntscheckigen Thiere her. Sie ist ein sehr ungleichmässiges Product, dass sich mikroskopisch kaum charakterisiren lässt. Die weissen und die grauen Fäden lassen sich von Schafwolle nicht unterscheiden, namentlich besitzen sie ganz ähnliche Epidermisschuppen; die braunen Haare nähern sich wieder in ihrer mikroskopischen Beschaffenheit den gewöhnlichen Alpaccahaaren, nur sind die Epidermisschuppen viel dicker. Daraus geht hervor, dass die ordinären, gemischtfarbigen Alpaccasorten kaum von der Schafwolle unterschieden werden können.

Eine Probe »Lamahaare« zeigte im Wesentlichen dieselben Eigenschaften wie Alpacca. Die gröberen Haare sind etwas (bis $90\ \mu$) dicker.

Ähnlich verhielt sich auch eine Probe »Huanacowolle«. Ein Muster schwarzer Vicognewolle zeigte, was die schwarzen Fäden anlangt, keinerlei Structur, da letztere ganz undurchsichtig sind. Einzelne weisse Fäden zeigten folgenden Bau: Die Wollhaare, welche die Probe allein zusammensetzten, sind $15-30\ \mu$ dick. Mit langgestreckten Markinseln, Epidermiszellen deutlich. Ihr Vorder- und Rand kaum verdickt, uneben bis grobzählig. Schuppen ganz- bis

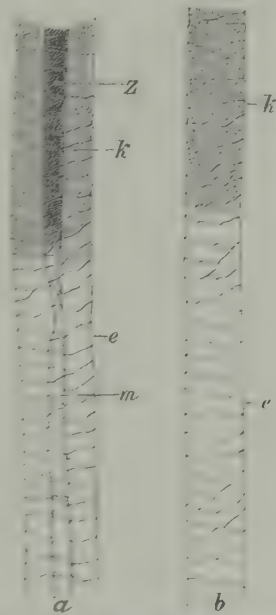


Fig. 53. Ein markhaltiges Grammenhaar *a*, und ein markfreies Wollhaar *b* von der Alpaccawolle. Die Epidermisschuppen *e* sind sehr dünn und breit. Faserschichte mit Körnchenreihen *K*, Markcylinder *m*, am Rande wie fein gesägt, aus schmalen Zellen *z* aufgebaut. Vergr. 340.

halbeylindrisch. Faserschichte grobstreifig, häufig mit Faserspalten. Fasern fast stielrund, bis über 20 cm lang, überall sehr regelmässig gleich dick.

8. Rehhaare.

Sehr charakteristisch sind die Rehhaare gebaut. Es sind 2—4 cm. lange, dicke, spröde, unten weisse und an dem dünneren oberen Ende braune Haare, die meist noch die dünne, kleine Zwiebel und die natürliche Spitze tragen. Die Zwiebel ist relativ sehr klein (am fertigen, ausgewachsenen Haare 90 μ breit und 300 μ lang). Sie geht in einen etwa 250 μ langen Hals über, der nur 60 μ dick und markfrei ist (s. die Fig. 54). Der Halstheil besteht aus kurzen körnchenfreien Fasern, mit häufigen, breiten Faserspalten, und aus einer sehr zarten, kaum sichtbaren, aus schmalen, querbreiteren, fein gezähnelten Elementen bestehenden Epidermis. Nun wird, wie die Figur anbei zeigt, das Haar plötzlich kegelförmig dicker, und schwilt sein Durchmesser bis 360—400 μ an. Hier ist nun nur mehr das grosse Mark ohne weitere Präparation zu sehen. Die zarte Epidermis ist kaum sichtbar; die ganze Breite des Haares wird von grossen Markzellen erfüllt, die von aussen gesehen derbwandig und fast isodiametrisch erscheinen (35—40 μ breit und etwa 25—35 μ hoch). Der Querschnitt durch das Haar lehrt aber, dass die Zellwände innerhalb der äussersten Zone von etwa 10—12 μ Dicke stärker verdickt sind, während alle Wandtheile, die weiter nach innen liegen, ganz dünn sind (s. Fig. 54 A). Die Zellen des Markes sind innen viel grösser, alle scheinbar ganz leer, mit Luft erfüllt. Die Faserschichte fehlt hier anscheinend. Gegen die Spitze hin wird das Haar wieder dünner. Hier tritt (zunächst an den Grenzen der Markzellen, in den Mittellamellen) ein brauner Farbstoff auf, und zwar nur an der Peripherie des Querschnittes. Weiter gegen die Spitze des Haares hin werden die Zellwände selbst braun und treten auch braune Inhaltskörper auf. Der Markeylinder wird dann immer dünner und besteht schliesslich nur aus einer Reihe von Zellen. An der äussersten Spitze besteht das Haar nur aus der Faserschichte und der Epidermis.

Neben diesen dicken Haaren kommen auch dünne, ganz braune, kürzere Haare vor; sowie zwischen beiden Gattungen auch Uebergänge. Sie haben denselben Bautypus. Dicke bis circa 150 μ . Die Faserschichte scheint bei ihnen nicht ganz zu verschwinden und im ganzen Verlaufe des Haares ist brauner Farbstoff, wenigstens an der Oberfläche zu finden. An der Spitze des Haares sind die Epidermiszellen derb, sehr niedrig, auffallend dachziegelförmig sich deckend, und röhrenförmig in einander steckend.

9. Schweinsborsten.

Erscheinen unter dem Mikroskope streifig, sind bis über 500 μ dick. Im unteren Theile marklos oder mit unterbrochenem Markeylinder, im oberen Theile mit mächtigem Mark, welches im Querschnitte sternförmig erscheint, weshalb die Borsten an der Spitze leicht

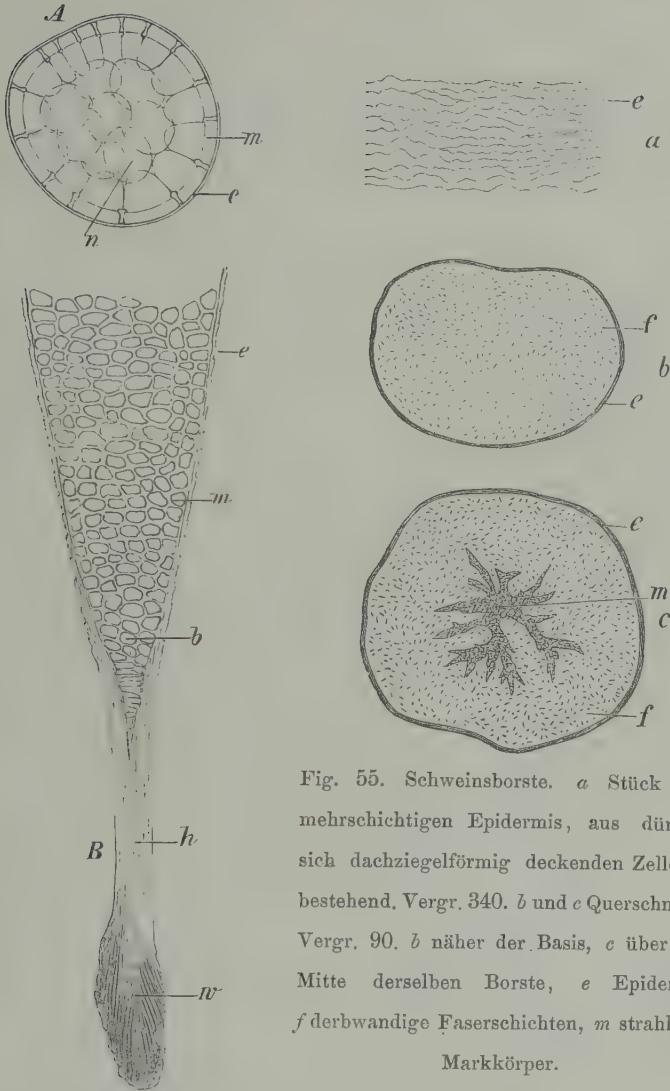


Fig. 55. Schweinsborste. *a* Stück der mehrschichtigen Epidermis, aus dünnen sich dachziegelförmig deckenden Zellen *e* bestehend, Vergr. 340. *b* und *c* Querschnitte, Vergr. 90. *b* näher der Basis, *c* über der Mitte derselben Borste, *e* Epidermis *f* derbwandige Faserschichten, *m* strahliger Markkörper.

Fig. 54. Grobes Rehgrannenhaar, *A* Querschnitt in der Mitte des Haares, *B* Basis des Haares, mit Hals *h* und Wurzel (Zwiebel) *w*. *m* derbwandige Markzellen der äussersten Schichte, *n* dünnwandige Markzellen des Innern, *e* Epidermis; im Halse *h* kurze Faserspalten. Vergr. 90.

gespalten werden können. Die Epidermis ist mehrschichtig. Sie besteht aus 3—4 und mehr Lagen von dünnen Schuppen, welche

sich dachziegelförmig decken, und deren dünne Ränder ausgefressen gezähnt sind. Da von jeder der breiten Epidermisschuppen nur ein schmaler Rand vorsteht (s. Fig. 55a), so erscheint die Oberfläche der Borsten mit feinwelligen und gezackten Querlinien bedeckt. Die Faserschichte ist sehr mächtig und besteht aus sehr derbwandigen Elementen, deren Lumen spaltenförmig erscheint. Im Querschnitte erscheint das Lumen der Fasern als ein kurzer dunkler Strich (s. Fig. 55b, c, bei f'). Das Mark der Borsten besteht aus dünnwandigen Parenchymzellen. Hier und da erscheinen einzelne Markzellen in der Fasermasse eingeschlossen.

Die Borsten des Handels zeigen stets eine Wurzel (Zwiebel). Sie können von Natur aus weiss, gelb, roth, braun, schwarz und grau, oder beliebig künstlich gefärbt sein. Der Farbstoff findet sich in Form von feinen Körnchen besonders in den Faserelementen, nach innen zu häufiger als aussen.

10. Rosshaare (Fig. 56).

Die meist sehr dicken (80—400 μ) und sehr verschieden langen Rosshaare sind aussen meist ganz glatt und werden häufig künstlich schwarz gefärbt. Das zur Untersuchung gelangende Product ist daher meist mehr oder weniger undurchsichtig und anscheinend structurlos. Weisse Haare geben bei 90facher Vergrösserung nach vollständigem Eindringen der Zusatzflüssigkeit in das Mark das Bild wie Fig. 56. Man sieht eine äusserst zarte und glatte Epidermis, welche aus schmalen, vorne unregelmässig ausgefressen gezähnten Zellen besteht. Die Faserschichte zeigt zahlreiche kurze, breite Spalten, und der mächtige Markeylinder besteht in der Längsansicht aus 1—2 Reihen von ganz schmalen, blättchenförmigen Zellen, mit sehr dünnen Wänden und einem feinkörnigen Inhalt. Ist die Aufquellung des Haares in der Zusatzflüssigkeit nicht vollständig gediehen, so erhält man unklare Bilder, die hier nicht näher beschrieben werden sollen.

II. Die sogenannten Fischbeinhaare (Whale bone hairs).

vom Bartenwale (*Balaena Mysticetus*) herrührend, dessen Bartenfransenbesatz sie bilden, sind schwarz, wenn nicht gesponnen, straff, 15—30 cm lang und dabei sehr ungleichmässig dick. Der Querschnitt ist rundlich bis scharfkantig. Da die Fischbeinhaare keine eigentlichen Haare sind, so haben sie auch einen andern Bau, und ich bespreche sie hier desshalb, weil sie mit dem Rosshaare die grösste Aehnlichkeit besitzen und eine ähnliche Verwendung finden. Sie zeigen in der Mitte ein weites Mark, das aus einer Reihe von beiläufig isodiametrischen Zellen besteht und welches von zahlreichen concentrischen Lagen von flachen, schuppenförmigen Zellen umgeben ist. Es fehlt also die Faserschichte und ist auch eine eigentliche Epidermis nicht vorhanden. Diese Verhältnisse lassen sich am Querschnitte sehr leicht constatiren.

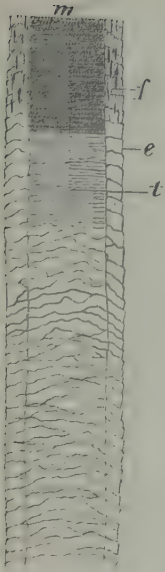


Fig. 56. Weisses Ross-haar. Mächtiger Markylinder *m*, aus ganz schmalen, dünnwandigen Zellen bestehend, *e* Epidermis. Die Faserschichte enthält kurze, breite Faserspalten *f*. Vergr. 90.

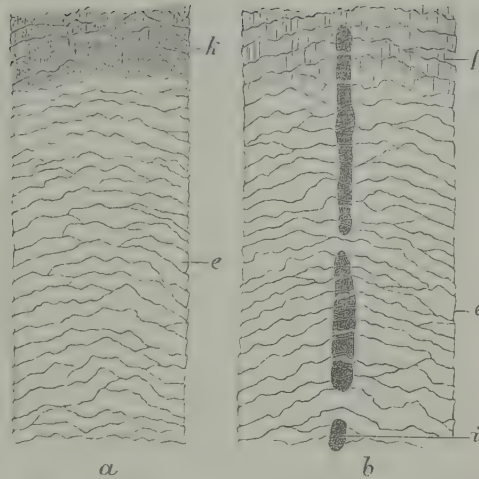


Fig. 57. *a* ein Mark-freies, *b* ein Mark-hältiges Kopfhair vom Menschen. Man sieht die schmalen Markinseln *i*, die dünnwandigen, schmalen Epidermisschuppen *e*, die Faserschichte *f* mit den Körnchenreihen von Farbstoff bei *k*. Vergr. 340.

12. Das Haar vom Menschen (Fig. 57)

bildet ebenfalls einen nicht unbedeutenden Handelsartikel. Es ist, wie bekannt, von höchst verschiedener Farbe und Dicke (meist 50 bis 100 μ). Seine Haupteigenschaften gehen am besten aus beistehenden beiden Zeichnungen hervor (Fig. 57), welche ein mark-freies und ein markhaltiges Haar darstellen. Die Randsägung ist zart, aber deutlich. Die Epidermisschuppen sind dünn und schmal; ihr Vorderrand ist uneben bis ausgefressen gezähnt. Die Faserschichte ist kurzfasrig und bei gefärbten Haaren mit kurzen Farbstoffkörnchenreihen besetzt. Das etwa vorhandene Mark ist schmal, oft unterbrochen, mit gleichmässigem feinkörnigen Inhalt und aus länglichen, dünnwandigen Zellen bestehend.

13. Hasenhaare (Fig. 58).

Die Wollhaare des Hasen sind weiss und 12–18 μ dick, theils markfrei, theils mit einem sehr schmalen, linienförmigen Mark, das aus langen, schmalen Zellen besteht, oder mit einem sehr breiten Mark, das aus etwa 8 μ hohen, kurzcyllindrischen Zellen besteht.

Der Vorderrand der Epidermisschuppen verläuft meist sehr steil schief, da er in 1—3 lange, stumpfe Zähne vorgezogen ist. Die Markzellen erscheinen in der Längsansicht sehr regelmässig viereckig. Die Grannenhaare sind ganz ähnlich denen der Kaninchen. Je nachdem sie vom Bauche oder von den Seiten oder dem Rücken herrühren, sind sie verschieden. Es soll daher und mit Rücksicht auf die nachfolgende genauere Beschreibung der Kaninchengrannenhaare auf detaillirtere Angaben verzichtet werden.

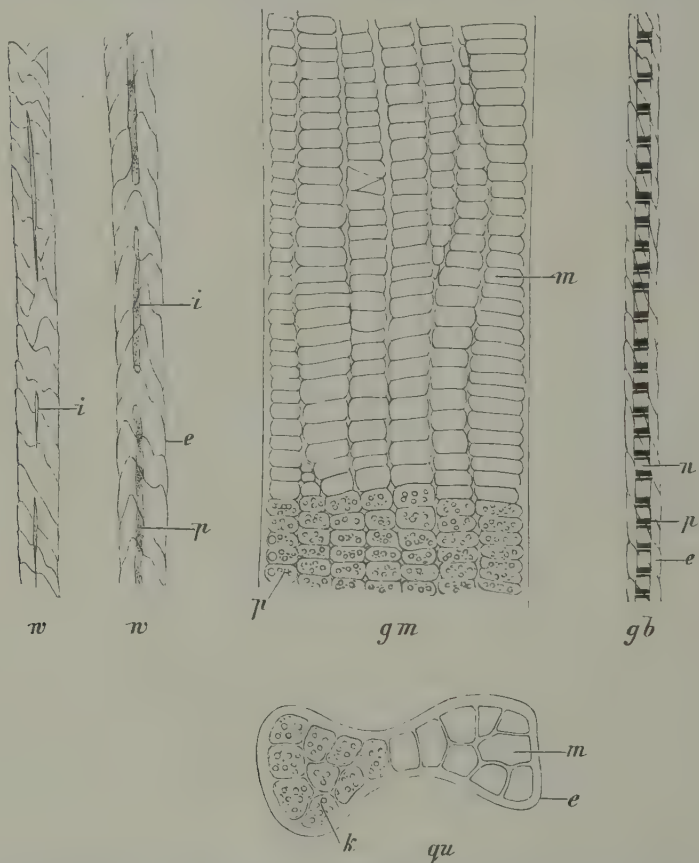


Fig. 58. Rückenhaare vom Hasen. *w, w* Wollhare, *gm* Mitte (breiteste Stelle) eines Grannenhaares, *qu* Querschnitt durch ein Grannenhaar ebenda, *gb* Basis eines Grannenhaares, *e* Epidermisschuppen, *i* linienförmige Markinseln, *m* Markzellen mit körnigem Inhalt und grösseren Pigmentkörnern sowie Pigmentplatten bei *p* und *k*, welche letztere den Querwänden der in einer Reihe stehenden Markzellen *n* aufgelagert sind. Vergr. 340.

14. Kaninchenhaare.

Eine weisse Sorte bestand aus 3—4 cm langen Grannenhaaren und etwas kürzeren Wollhaaren.

a) Die ersteren sind an der Basis etwa 34 μ dick, davon 17 μ auf das Mark fallen, das aus einer Reihe von 8 μ hohen, kurzcyllindrischen Zellen besteht. Die Epidermisschuppen sind sehr derb, mit sehr schief verlaufenden Vorderrändern. Jede Schuppe steckt dütenförmig in der nächst unteren und ist vorne in 1—3 grosse, stumpfe Zähne vorgezogen. Ueber der Mitte des Haares wird das Mark zweireihig, später mehr-, und zwar bis achtreihig, wo dann das Haar bis etwa 120 μ breit ist. Wie bei den meisten Pelzhaaren, sind die Haare an der Basis nur wenig flachgedrückt; im breitesten Theile hingegen sehr stark, häufig so, dass das Haar bandförmig erscheint und auf beiden Seiten mit einem flachen Längscanal versehen ist. Der Rand erscheint daher verdickt. Es gilt dies ganz allgemein für fast alle Graunenhaare der Pelze. Gegen die Spitze wird der Querschnitt rundlich. Nur an der Spitze, wo das Mark fehlt, erkennt man die Faserschichte. Hier sind die Epidermiszellen kurz, nicht stark vorgezogen. Der Rand des Haares ist hier deutlich gesägt.

b) Die Wollhaare sind fast ihrer ganzen Länge nach so gebaut, wie die Graunenhaare an der Basis. Ihre grösste Dicke ist etwa 20 μ . An der Spitze verschwindet das einreihige Mark und sind die Epidermiszellen nicht vorgezogen, sondern gerade und stumpf abgeschnitten.

15. Biberhaare (Fig. 59).

Die Wollhaare sind denen des Hasen ähnlich, aber meist nur 8—20 μ dick. Das Mark ist meist linienförmig und besteht aus schmalen langen Zellen. Seltener ist das Mark breiter und besteht aus kurzen Zellen. Die Epidermisschuppen sind derb, aber zarter als beim Hasen und quer abgeschnitten oder nur wenig schief vorgezogen. Die Graunenhaare sind im unteren Theile ganz so wie die Wollhaare gebaut; gegen die Spitze hin wird aber das Mark grosszellig und mehrreihig. Doch gibt es auch anders gebaute gröbere Graunenhaare mit mächtiger Faserschichte, dicht dachziegelförmig sich deckenden Schuppen und unregelmässigen Markzellen.

16. Bisamhaare.

Die Haare der Ondatra, Musquah- oder Zibethratte (*Fiber zibethicus* Lin.) werden wie die Biberhaare zu feinen Filzen oder zum Decken (Plattiren) geringerer Filze verwendet. Die Wollhaare sind an der Spitze gelblich, sonst grau, circa 10—15 μ dick, wovon auf das Mark etwa 6—8 μ kommen (s. Fig. 61a).

Die Epidermiszellen sind fast cylindrisch, vorne hie und da grosszählig vorgezogen, sonst ist der Vorderrand uneben, dünn. Die Markzellen stehen in einer Reihe, sind, wie die Abbildung zeigt, halb pigmentirt und scharf abgegrenzt. Die Faserschichte tritt wenig hervor. An der Spitze der Haare, wo sie weisslichgelb sind, fehlt das schwarze Pigment der Markzellen, die Faserschichte ist hier

relativ stärker und treten hier auch die Ränder der Epidermiszellen deutlicher hervor.

Die Grannenhaare sind in der Nähe der Basis etwa 60 μ (Mark 30—40 μ) dick, an der dicksten Stelle hingegen bis über

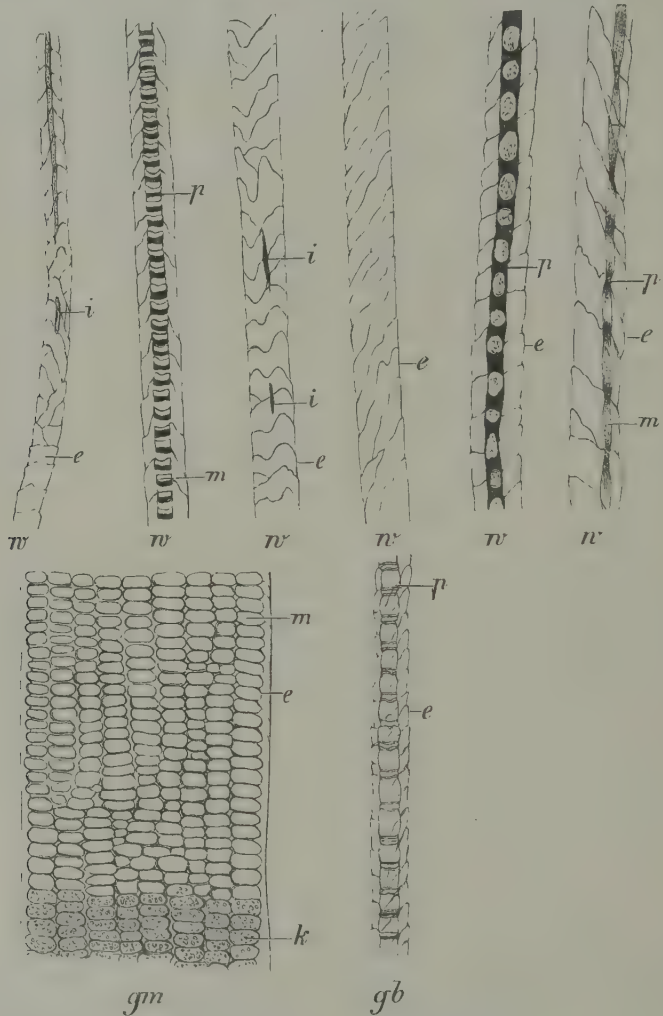


Fig. 59. Biberhaare. *w* diverse Wollhaare, *gm* Grannenhaar an der dicksten Stelle, *gb* Grannenhaar an der Basis, *i* Markinseln, *p* Pigmentplatten, *e* Epidermischuppen, *m* Markzellen, *k* Körnerinhalt der Markzellen. Vergr. 340.

130 μ (Mark 60—70 μ). Am Grunde ist das Mark in der Längsansicht 1—3reihig; die unregelmässigen (häufig unterbrochenen) Zellen sind reichlich mit Pigment versehen. In der Mitte des Haares ist die Pigmentirung der Faserschichte am stärksten. An der dicksten

Stelle des Haares sind fast nur die in 4 bis mehr Reihen stehenden Markzellen zu sehen.

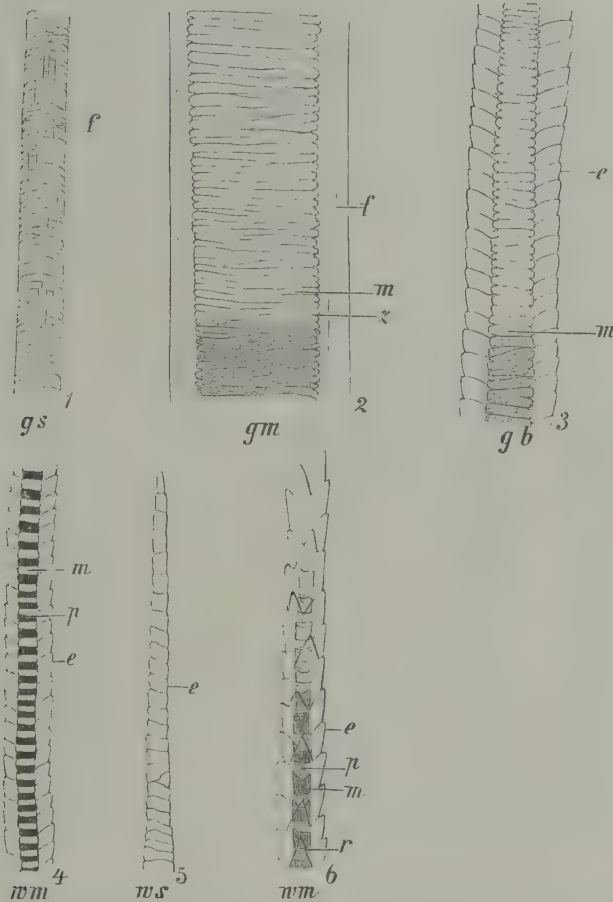


Fig. 60. Katzenhaare. 1—3 Grannenhaare, 4—6 Wollhaare, *gs* nahe der Spitze, *gm* in der Mitte, *gb* nahe der Basis von Grannenhaaren, *wm* Mitte, *ws* Spitze eines Wollhaares, *f* Faserspalten, *m* Markzellen, *z* Randzacken des Markes in *gm*, *r* zahnartiger Fortsatz der Epidermiszellen, *p* Pigmentplatten im Marke. Vergr. 340.

17. Die Haare der Hauskatze (*Felis domestica*)

sind, wie überhaupt die meisten „Pelz“-Haare, an verschiedenen Körperstellen und im Längsverlaufe so verschieden gebaut, dass ich statt einer weitläufigen Beschreibung nur einige kurze Bemerkungen zu den beigefügten naturgetreuen Abbildungen mache. Bemerkenswerth sind in Fig. 60, Nr. 1, die zarten, schmalen, dichtgeordneten Epidermiszellen und der Mangel an Randsägung, ferner die häufigen

regelmässigen Faserspalten. An Nr. 2 das breite, aus einer Reihe von schmalen, tafelförmigen, dünnwandigen Zellen bestehende Mark, das aussen scharf gezähnt erscheint; ferner das Fehlen der Epidermis-Zellcontouren und das Vorhandensein von Faserspalten. In Nr. 3 die derben, quer abgeschnittenen Epidermiszellen, die einreihigen tafelförmigen Markzellen mit (wie auch in Nr. 2) gleichmässigem feinkörnigem Inhalte. An Nr. 4 (Fig. 60) und Nr. 5 sind die Epidermiszellen derb, quer abgeschnitten, dütenförmig ineinandersteckend. In Nr. 4 die einreihigen Markzellen halbpigmentirt. Höchst charakteristisch ist Nr. 6 (Wollhaar etwas unter der Mitte) mit den spitzzahnigen Epidermiszellen und der groben Sägezähnung des Randes des Haares. Hier sind die Markzellen schon höher als breit.

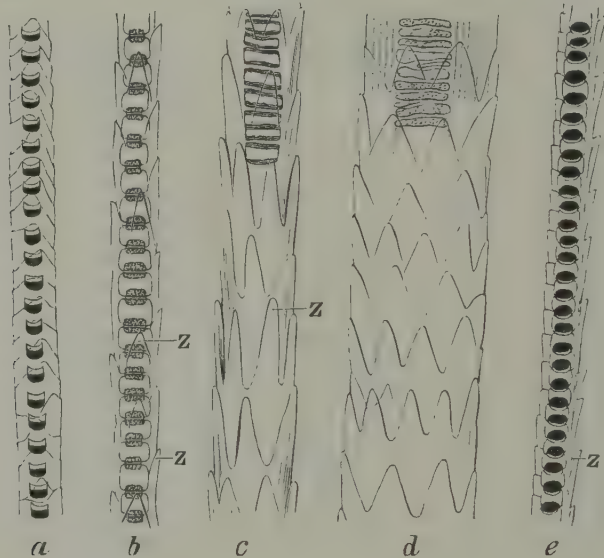


Fig. 61. Diverse Woll- und Grannenhaare von Pelzen. *a* Bisamwollhaar (im geschlagenen Zustande), *b* Zobelwollhaar, *c* unterer Theil eines Grannenhaares vom Zobel, *d* dickes Wollhaar vom Hunde, *e* Wollhaar des Maulwurfes. Diese Wollhaare sind alle mehr oder weniger flach gedrückt. *z* zahnartige Fortsätze der Epidermisschuppen. Vergr. 340.

18. Diverse andere Pelzhaare.

Um einen Ueberblick über die Structurverhältnisse einiger Pelzhaare zu geben, deren nähere Behandlung ausserhalb des Gebietes einer Mikroskopie der Faserstoffe liegt, seien noch die nachfolgenden Abbildungen (Fig. 61, 62 und 63) kurz besprochen, welche zugleich zeigen sollen, welche mannigfaltigen Formverhältnisse die Haare der Pelz-Thiere aufweisen. Die Bilder beziehen sich auf drei verschiedene Thierfamilien, nämlich auf Raubthiere (Hund, Fuchs, Kolinsky,

Fischotter, Zobel), auf Insectenfresser (Maulwurf) und Nagethiere (Chinchilla, Bilch, Feh, Bisam). Jedes einzelne Haar ist an verschiedenen Stellen seines Verlaufes höchst verschieden gebaut, ferner sind Grannen- und Wollhaare an den verschiedenen Körperstellen verschieden gross und zeigen auch oft grosse Abweichungen im

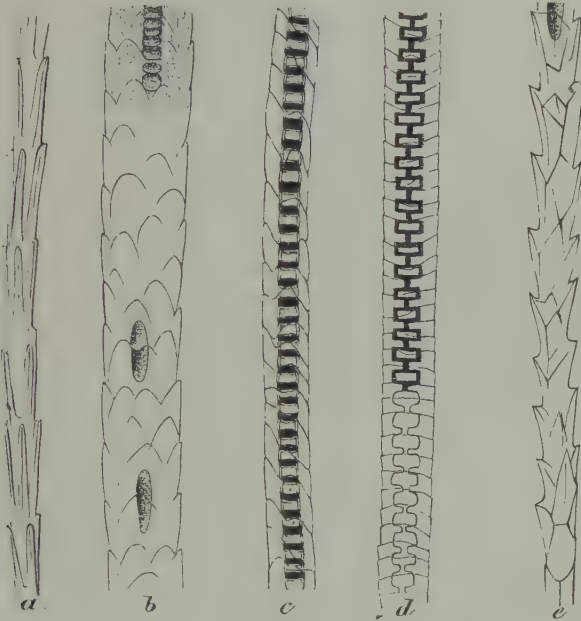


Fig. 62. Diverse Woll- und Grannenhaare von Pelzen, *a*, Fischotterwollhaar, *b* mittlerer Theil eines kleinen Grannenhaares der Fischotter, *c*, Chinchillawollhaar, *d* oberes Ende eines Wollhaares des Bilches oder Siebenschläfers, *e* Basis eines Wollhaares von sibirischen Eichhörnchen (Feh oder Grauwerk). Vergr. 340.

Baue. Es beziehen sich daher die verschiedenen Abbildungen nicht auf vergleichbare Haare und Stellen derselben, sondern sie sollen nur zeigen, welches der Formenkreis ist, den die Haarbildungen der Pelze aufweisen. Die Epidermisschuppen der Nagethierhaare sind meist quer oder schief abgeschnitten, nicht aber in lange, regelmässige Zähne vorgezogen. Diese letzteren sind wieder für die Raubthierhaare charakteristisch, am auffallendsten bei der Fischotter, beim Zobel etc. Die Haare der Insectenfresser stehen zwischen beiden in der Mitte. Die Grannenhaare sind meist nicht stielrund, sondern flachgedrückt; sehr auffallend beim Maulwurf (Fig. 61 *e*), dessen Wollhaare auch flach und ganz unsymmetrisch sind. Die marderartigen Thiere, die Fischottern, Sechunde etc. haben alle flache Grannenhaare mit elliptischem Querschnitte. Bemerkenswerth ist auch die regelmässige Vertheilung des schwarzen Pigmentes in den einreihigen Markzellen der grauen

Wollhaare (Chinchilla, Bilch, Maulwurf, Bisam), ferner die eigenthümliche unregelmässige Form der Markzellen der dickeren Haare der *Mustela*-Arten (Kolinsky) u. a. An der Basis sind die Wollhaare meist ganz eigenartig gebaut, wie Fig. 62 *e* lehrt.

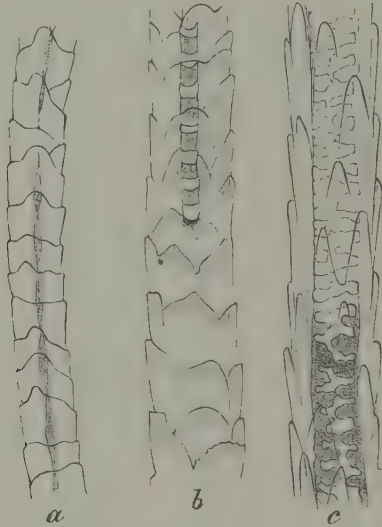


Fig. 63. Diverse Wollhaare von Pelzen. *a* dünneres, *b* dickeres Wollhaar vom Fuchse, *c* dickeres Wollhaar vom Kolinsky (*Mustela sibirica*). Beim Letzteren stehen die Markzellen mit einander in Verbindung. Vergr. 340.

III. Seide.¹⁾

1. Einleitendes.

Unter Seide versteht man bekanntlich das Secret der Raupen verschiedener Schmetterlinge. Zwei im Kopfe des Thieres befindliche Drüsen sondern je einen Faden ab. Diese beiden Fäden gelangen in einen gemeinschaftlichen Ausführungsgang, in welchem sie parallel neben einander verlaufen. In diesen Ausführungsgang münden aber weiter nach vorne noch zwei andere symmetrisch angeordnete Drüsen, deren Product die beiden Fäden mit einander verklebt und sie zugleich mit einer dünneren oder dickeren Schichte überkleidet. Es ist daher der Seidenrohfaden das Product von vier Drüsen. Die zwei hinteren erzeugen den Doppelfaden, der hauptsächlich aus einer schwefelfreien, hornartigen Substanz, Fibroin (Fibroidin) genannt, besteht, während die vorderen die Hülle desselben bilden, deren charakteristische Substanz der Seidenleim, Sericin, ist.

Die Rohseide des Handels zeigt stets die Seidenleimschichte und besteht stets aus Doppelfäden. Durch das Entschälen oder Kochen. Degummiren, Entbasten der Seide, welches in einem Kochen der Rohseide in einem Seifenbade besteht, wird die Sericinschichte theilweise oder ganz gelöst und die Doppelfäden zerfallen in einfache, freie. Die gekochte Seide besteht daher wenigstens der Hauptsache nach aus einfachen Fibroinfäden. Im Handel kommt jedoch auch eine Mittelsorte (halbgekochte Seide) vor, bei welcher die Sericinshülle nur theilweise entfernt ist.

Zum Verständnisse der mikroskopischen Eigenthümlichkeiten der Seidenfaser ist noch nöthig hinzuzufügen, dass die Fibroinfäden sehr fest, zähe, dehnbar und elastisch sind, während die Seidenleinhülle (Bast) im trockenen Zustande spröde ist. Beim Biegen oder Dehnen eines Seidenfadens müssen daher in der Sericinschichte zahlreiche Querrisse entstehen, die an der Rohseide in Form von scharfen Querlinien auftreten. Ferner springt der Seidenleim auch leicht ab. Im feuchten Zustande ist der Seidenleim sehr klebrig, weshalb die Ober-

¹⁾ Die nachstehende Abhandlung über die Mikroskopie der Seidenarten fusst fast völlig auf eigenen Untersuchungen, die zum Theile in einer vorläufigen Mittheilung in Dingler's Polyt. Journal, Bd. 246, p. 465 niedergelegt sind.

fläche der Rohseide häufig durch anhaftende Körnchen etc. verunreinigt ist.

Der Farbstoff der Seidenarten befindet sich theils in der Seidenleimschichte, theils in den Fibrinfäden. Der Xanthophyll-ähnliche gelbe Farbstoff der gemeinen gelben Seide ist ganz in der Sericin-hülle eingebettet, weshalb diese gelbe Rohseide beim Degummiren weiss wird.

Bekanntlich giebt es im Handel nebst der gemeinen oder echten Seide (von dem Seidenspinner *Bombyx mori*) noch andere Seidenarten, die von verschiedenen, meist tropischen Schmetterlingen, alle aus der Spinnergattung *Bombyx* im weitesten Sinne des Wortes herrühren.

Die wichtigeren sind folgende:

1. Der Yamamay- oder Eichenseidenspinner (*Bombyx Yamamaya* oder *Antherea Yamamaya*) mit meist lebhaft gelbgrünen Cocons. Lebt in China und Japan auf Eichen.

2. Der Ailanthus-Seidenspinner (*Bombyx Cynthia* oder *Attacus Cynthia*), auch Fagara genannt, aus Ostasien. Nährt sich von den Blättern des Götterbaumes (*Ailanthus glandulosa*).

3. Ganz nahe verwandt ist der *Attacus lunula* Walk.

4. Der *Bombyx* (*Antherca*, *Saturnia*) *Pernyi*, welcher im nördlichen China auf *Quercus*-Arten lebt, ist auch wichtig.

5. Die Senegalseide ist eine schöne, stark glänzende Florettseide, welche von *Bombyx Faidherbii* oder *Faidherbia Bauhini* abstammt, ein Schmetterling, der im tropischen Westafrika (Sudan, Senegal) zu Hause ist. Soll auf *Ailanthus* und *Ricinus* vorkommen.

6. Der Spinner *Bombyx* (*Saturnia*) *Cecropia* ist im südlichen Nordamerika zu Hause, lebt auf *Prunus*-Arten.

7. Die sogenannte Tussahseide (Tussorseide) stammt von einigen in Ostindien wild vorkommenden Cocons (von *Bombyx Mylitta*, *Selene* u. a.). Sie soll übrigens auch künstlich gezogen werden.

8. Ausser diesen liefern auch *Cricula trifenestrata* in Hinterindien, *Bombyx* (*Attacus*) *ricini* oder *Attacus Arryndia* (auf *Ricinus* lebend, in Ostindien heimisch und auch in Südeuropa gezogen), ferner *Saturnia Polyphemus* in Nordamerika und eine Reihe nicht näher bekannter wilder Cocons im heissen Amerika »wilde Seide«.

9. Endlich ist zu erwähnen, dass auch verschiedene einheimische Spinnerraupe, so die vom Birnbaumspinner, ferner ein sogenanntes Nachtpfauenauge, *Bombyx spini*, der Hollunderspinner und Andere versuchsweise zur Seidenfabrikation herangezogen wurden.

2. Bau und Mikroskopie im Allgemeinen.

Wir wollen nun im Folgenden zunächst die Mikroskopie der Maulbeerbaumspinnerseide, der sogenannten gemeinen oder echten Seide besprechen.

Die Rohseide sieht unter dem Mikroskope verschieden aus, je nachdem dieselbe von der äusseren, mittleren oder inneren Schichte

des Cocons herrührt. Die innere Schichte des Cocons besteht aus einer gelblichen pergamentartigen festen Haut, welche, unter dem Mikroskope betrachtet, aus einer Grundsubstanz von Sericin, in der zahlreiche, etwas plattgedrückte Doppelfäden eingelagert sind, zusammengesetzt erscheint. Diese innerste Seidenschichte des Cocons ist nicht abhaspelbar, es wird daher aus ihr ebenso, wie aus der äussersten wollig-flockigen Schichte Florettseide und Bouretseide gewonnen. Wir wollen im Folgenden die Seide der inneren Schichte als innere Florettseide, die der mittleren als feine Seide und die der äusseren als äussere Florettseide bezeichnen. Ein Querschnitt durch einen inneren Florettseidenfaden sieht aus wie Fig. 64 *E, i*. Die Fäden sind also mehr flachgedrückt und von einer dicken Sericinschichte umgeben. Die feine Seide besteht aus etwas stärkeren Fäden, mit dünnerer Sericinhülle; die Fäden sind zusammengedrückt, etwa wie Fig. 64 *E, F* bei *m*. Die äusseren Florettseidenfäden haben einen weniger regelmässigen Querschnitt, Fig. 64 *E, F* bei *a*. Betrachtet man einen Rohseidenfaden (Fig. 64), so bemerkt man die beiden Fibroinfäden *d*, welche von verschiedener Dicke sind, und entweder dicht an einander stossen, oder durch einen kleinen Zwischenraum *k*, der mit Sericin ausgefüllt ist, von einander getrennt sind. Die Fibroinfäden sind meist völlig structurlos. Selten sieht man eine zarte Längsstreifung (Fig. 65). Diese Längsstreifung wird deutlicher, wenn man einige Zeit mit verdünnter Chromsäure macerirt. Hierbei wird auch die Sericinhülle sofort gelöst. Es ist sicher, dass der Fibroinfaden nicht ganz homogen ist. Dieses geht nicht nur aus der complicirten chemischen Zusammensetzung hervor, sondern auch aus dem erwähnten Umstande, dass gewisse Macerationsmittel eine deutliche Längsstreifung hervorrufen. Noch sicherer wird diese Thatsache durch den Vergleich der echten Seide mit den fremden, von welchen ich die Zusammensetzung aus festeren Fibrillen, die in einer weicheren Grundmasse eingebettet sind, mit Bestimmtheit nachgewiesen habe. Es ist anzunehmen, dass jeder Fibroinfaden der echten Seide aus zahlreichen, fest mit einander verklebten Fibrillen, welche ohne Zwischenräume zusammenstossen, entsteht. Es müssen daher aus den Fibroindrüsen zahlreiche Fibrillen austreten.

Betrachtet man die Sericinhülle, so bemerkt man, dass dieselbe entweder ganz homogen und zart begrenzt sein kann, dabei aussen ganz glatt und rein (Fig. 64 *F, n*), oder aber, dass sie mit Quersprünge[n] oder Falten (*s* und *f*), mit Querspalten, unregelmässigen Rissen, ferner mit grossen Wülsten und verschiedenartigen Fortsätzen versehen sein kann. Alle diese Eigenthümlichkeiten gehen aus den beistehenden Figuren hervor. Stellenweise kann die Sericinschichte auch fehlen. Sie ist an solchen Orten in Folge ihrer Sprödigkeit abgesprungen. Oft erscheint die Sericinmasse in kleine Schollen zer Sprengt (*D* bei *o*). Die Falten und die Quersprünge entstehen beim Erstarren der Seidenfaser; hierbei verkürzt sich stellenweise die Fibroinfaser, während die Sericinschichte Falten wirft. Die Querisse und Spalten der Sericinschichte entstehen beim Biegen und

Zerren der sehr elastischen Fibroinfäden. Während diese einfach gedehnt werden, zerreißt die Sericinhülle in kurze Cylinder, die nach

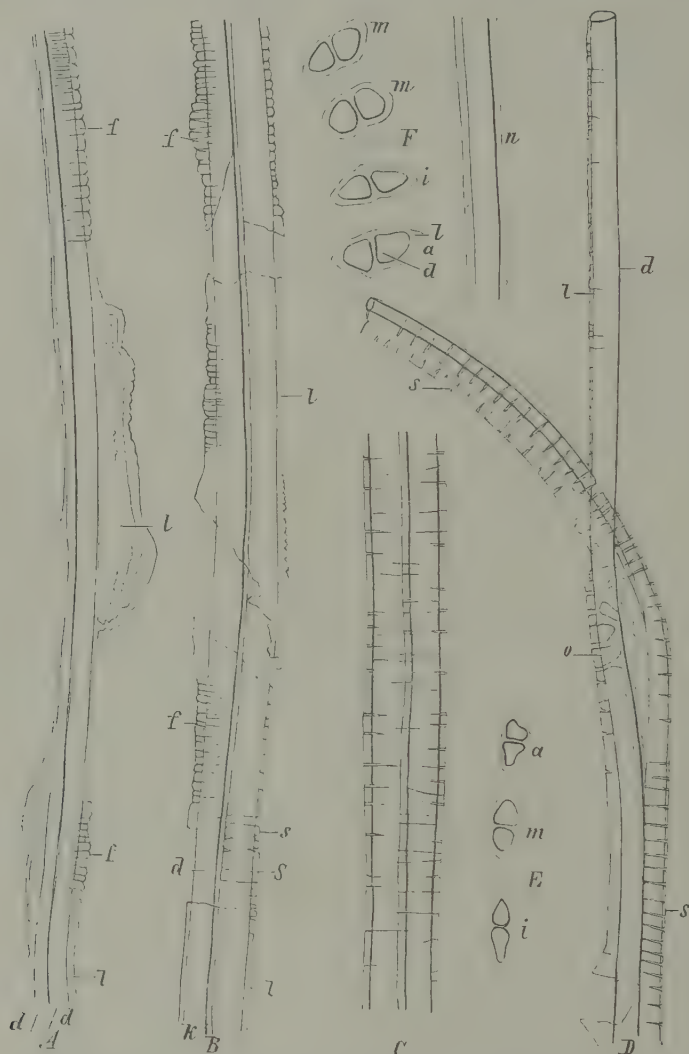


Fig. 64. Florettseide von *Bombyx mori*. A—D, und *n* Längsansichten. E, F Querschnitte, *d* Fibroinfäden, *l* Sericinschichte, *s* Spalten, *f* Falten oder Wülste in der Sericinschichte, *k* Zwischenraum zwischen den beiden Fibroinfäden, *o* Schollen von Sericinsubstanz, *a* Querschnitt eines Fadens von der Aussenseite eines Cocons, *m* detto von der Feinseite, *i* dasselbe von der pergamentartigen Innenschichte. Vergr. 340.

dem Aufhören der Zerrung wieder aneinander stossen und durch feine Querlinien von einander getrennt sind. Man kann sagen, dass

alle Querlinien, welche man an Rohseidenfäden findet, nur von der Leimhülle herrühren. Wo zwei Fäden zusammenstossen oder sich kreuzen, verschmelzen die Sericinhüllen mehr oder weniger mit einander. Bei der Trennung findet dann eine Beschädigung beider statt. Am mannigfaltigsten sind die Verhältnisse der Sericinhülle in der inneren Florettseidenschichte, wo das Sericin zu einer Art Grundmasse verschmilzt, in welcher die Fibroinfäden eingelagert sind.

Nur an solchen Stellen von Seidenfäden, welche als entschieden krankhaft oder fehlerhaft zu bezeichnen sind, kommt es vor, dass die Fibroinmasse der Quere nach in Bruchstücke zerfällt, wodurch dann der Seidenfaden an der betreffenden Stelle eine nur geringe Festigkeit erhält. Solche eigenthümliche Stellen sah ich besonders häufig an einem Flachgespinnst vom kleinen Nachtpfauenaug (Saturnia spini). Man sieht an solchen Orten, dass der ganze Seidenfaden dicker ist, dass die Sericinsubstanz die Hauptmasse bildet und in ihr statt zwei Fäden von Fibroin unregelmässige Bruchstücke davon ziegelartig übereinanderliegen. Es sind dies offenbar solche Stellen, wo der Seidenfaden nicht mit genügender Raschheit aus den Drüsen herausgezogen wurde, wie dieses bei Flachgespinnsten in der That stellenweise vorkommt. Im Allgemeinen ist diejenige Seide, welche von der äusseren und inneren Schichte der Cocons abstammt, sowohl was die Fibroinfäden anlangt, als auch was die Sericinhülle betrifft, viel unregelmässiger gebaut, als jene Seide, welche der mittleren Schichte der Cocons entstammt. Es werden daher Chappé-, Bouret-, Florett-, Wattseide, Flockseide etc. mehr oder weniger sicher an der Sericinhülle, deren Unregelmässigkeiten auffallend sind, zu erkennen sein. Die Fig. 64 A, bis T sind einem Muster von Florettseide entnommen. Ein Faden aus feinsten Organzineseide (beste Qualität feiner Seide) sieht aus wie Fig. 65 A. Seidenfäden, die durch Degummiren von ihrer Sericinhülle befreit sind, sehen unter dem Mikroskope aus, wie Fig. 65 B.

Nicht alle Seidenarten sind so wie die gemeine Seide gebaut; es ist daher möglich, diese von anderen zu unterscheiden. Versuchsweise wurden schon mehrfach die Gespinnste verschiedener einheimischer Schmetterlinge zur Seidenfabrikation herbeigezogen. So die vom kleinen Nachtpfauenaug (Saturnia spini) und vom Hollunderspinner. Die Seide von Saturnia spini, von der ich zahlreiche Proben zu untersuchen Gelegenheit hatte, zeigt an den meisten Fäden denselben Bau, wie die echte Seide. Nur in der Dicke ist ein geringer Unterschied vorhanden. Während die echte Seide 8–24 μ dick ist (im Mittel 15 μ), ist die Seide von Saturnia spini durchschnittlich um 2–3 μ dicker. Letztere ist überdies bräunlich gefärbt, wodurch sie sich den exotischen Seidenarten nähert. Während die gemeine Seide im Fibroinfaden keine mikroskopisch bemerkbaren Farbstoffmengen führt, ist dies bei der Seide der meisten exotischen Spinner der Fall. Nur die Yamamayseide erscheint unter dem Mikroskope farblos. Die Seiden von Saturnia spini und dem Hollunderspinner sind nun auch in der Fibroinmasse bräunlich gefärbt.

Es findet aber noch nach einer zweiten Richtung hin ein Uebergang zu den exotischen Seidenarten statt, indem man nicht selten einzelne Fäden mit einer deutlichen Streifung sieht, die nach Zusatz-

von Chromsäurelösung noch auffallender wird. Es ist nun von hohem Interesse, dass der Hollunderspinner eine Seide erzeugt, welche genau ebenso gebaut ist, wie die nun zu besprechenden exotischen Seidensorten.

Diese präsentiren sich unter dem Mikroskope wie die beiden Figuren 66 und 67, p. 144, 145. Man sieht, dass die Fäden viel breiter und dicker sind. Sie sind dabei stark flachgedrückt und zeigen eine scharfe, dunkle und grobe Längsparallelstreifung. Je zwei Fäden sind meist mit der keilförmig zugeschärften Seite zu einem Doppelfaden verbunden, der von einer verschieden dicken Sericinshülle umgeben ist. (s. Fig. 66 *E*). Diese letztere kann, wie bei der echten Seide, sehr verschieden aussehen. Bald ist sie sehr dick, und hängt in Schollen an den Fibroinfäden, bald überzieht sie weite Strecken in Form einer kaum sichtbaren hyalinen Schichte. Oft ist sie als eine feinkörnige Schichte entwickelt. Stellenweise ist sie herabgebrochen, da sie, wie bei der echten Seide, im Gegensatz zum Fibroinfaden trocken sehr spröde ist. Im Ganzen ist sie relativ und absolut viel weniger mächtig. Die abgebildeten Seidenfäden (Fig. 66, 67) (Tussah- und Yamamayseide) sind lauter entschälte.

Es fragt sich nun, welchem inneren Baue die ausländischen Seidenarten (und die des Hollunderspinners) die eigenthümliche Streifung verdanken? Auf Grund genauer Untersuchungen, die in den Haupt-

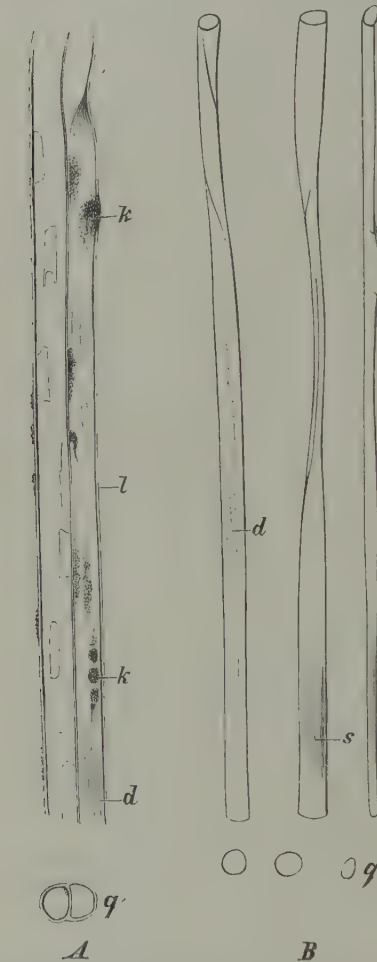


Fig. 65. Organzineseide. *A* ungekochte, *B* gekochte, *k* Körnerhäufchen auf der Oberfläche der Sericinshichte *l*, welche den manchmal (z. B. *B* bei *s*) zart längsgestreiften Fibroinfaden *d* überzieht, *q* Querschnitt durch einen Organzindoppelfaden (ungekocht), *q* Querschnitte durch einfache Fibroinfäden. Vergr. 340.

zügen noch mitgetheilt werden sollen, gelangte ich zu folgendem Resultate. Der Fibroinfaden besteht bei den exotischen Seidenarten

aus einer geringen Menge einer Grundmasse, in welcher zahlreiche dichtere und festere sehr feine Fäden (Fibrillen) eingelagert sind. Die Grundmasse ist gegen auflösende und macerirende Mittel (wie z. B. Chromsäure) weniger widerstandsfähig, als die Fibrillen. Sie kommt dadurch zu Stande, dass jede Fibrille schon bei ihrer Ausscheidung aus der Drüse von einer dünnen Hülle umgeben ist, welche Hüllen zu der Grundmasse zusammenfliessen.

Die Fibrillen, welche durch längere Maceration mit kalter Chromsäure leicht isolirt werden können, sind nur 0.3 bis $1.5 \mu = 0.0003$ bis 0.0015 mm dick. Sie haben im Allgemeinen einen rundlichen Querschnitt und verlaufen parallel nebeneinander. Wie die Querschnittszeichnungen lehren (Fig. 67), zeigen die Fäden aussen meist eine rindenartige, dichtere Schichte. In dieser Schichte sind die Fibrillen feiner und dichter gelagert.

Von den Fibrillen rühren die lichtereren Längsstreifen her, wie sie an solchen Stellen der Fibroinfäden sichtbar sind, wo diese local stark zusammengepresst sind (Fig. 66, 67 C). Neben diesen lichten Streifen kommen noch in grosser Menge sehr scharfe, dunkle vor, welche von zahlreichen feineren und gröberen Luftkanälen herrühren, welche zu mehreren Hunderten vorhanden sein können. Die grössten Luftcanäle befinden sich in der Mitte, gegen den Rand des Querschnittes werden sie viel kleiner, daher auch die Rindenschichte fester ist, als der Marktheil der Fibroinfäden.

Die Dicke der Luftcanäle ist ausserordentlich verschieden, dabei aber stets sehr gering. Die grössten sind kaum 1μ breit, während die feinsten wohl kaum einen 50mal kleineren Querschnitt besitzen. Die Querschnittsform der Luftcanäle ist sehr verschieden, meist ganz unregelmässig, oft länglich, rundlich, spaltenförmig, dreieckig, viereckig etc. Die Luftcanäle stellen nichts anderes als die Zwischenräume dar, welche übrig bleiben zwischen den nur theilweise mit einander verklebten Fibrillen.

Dieser Bau der Fibroinfäden der exotischen Seidenarten ist schematisch in Fig. 68 A dargestellt. Man bemerkt das Zustandekommen der Rinde r aus feineren Fibrillen, die gröberen Fibrillen der Mitte f , ihre Hüllen (die sogenannte Grundmasse) g , und die unregelmässigen Lufträume i , welche in der Längsansicht als Canäle auftreten.

So auffallend der Unterschied zwischen der echten Seide und den exotischen Sorten ist, so ist es doch ohne Weiters klar, dass derselbe nur ein gradweiser ist, und dass Uebergänge zwischen beiden leicht ableitbar sind. Wenn die Hüllmasse der Fibrillen (welche Hüllmasse man sich nicht völlig verschieden, sondern nur als eine etwas weniger widerstandsfähige Modification der eigentlichen Fibrillenmasse zu denken hat) beim Austritte aus der Fibroindrüse weicher ist, so werden die Lufträume kleiner oder völlig verschwinden, und die Fibrillen werden zu einer de facto oder fast homogenen Masse zusammenfliessen, wie sie beim Fibroinfaden der echten Seide vorhanden ist.

Dieser merkwürdige und complicirte Bau der Fibrinfäden ist nicht ohne Weiteres zu erkennen. Um sich von der eigentlichen Structur der gestreiften Seidenarten zu überzeugen, ist nicht nur die Anfertigung von feinen Querschnitten nöthig, sondern auch die sachgemässe Anwendung verschiedener mikrochemischer Reagentien. Querschnitte

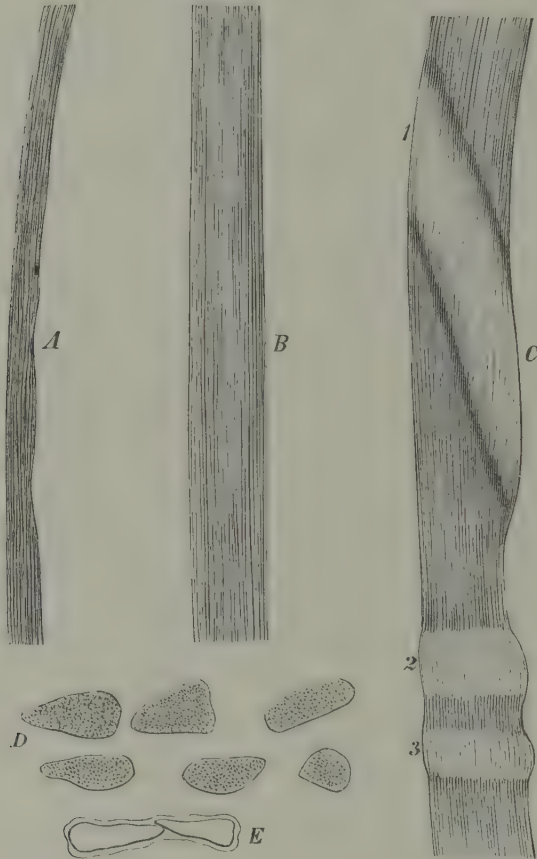


Fig. 66. Yamamayseide. *A* Seitenansicht, *B*, *C*, Flächenansichten des einfachen Fibrinfadens, bei *C* 1, 2, 3 drei dünne Kreuzungsstellen, *D* Querschnitte einfacher Fäden, *E* Querschnitt eines Doppelfadens. Vergr. 340.

erhält man am besten, wenn man sich eine sehr dicke Lösung von arabischem Gummi erzeugt, sie mit etwas Glycerin versetzt, und nun ein nicht zu dünnes Bündel der Seide mit ihr gut durchtränkt, so dass zwischen den Fäden möglichst wenig Luft übrig bleibt. Nun lässt man eintrocknen, und kann dann mit einem scharfen Rasirmesser beliebig dünne Querschnitte erzeugen. An solchen Querschnitten (s. Fig. 66 und 67 *D*) kann man manchmal ohne Weiteres

die grössten Fibrillen, sowie einige der grössten Luftcanäle wahrnehmen. Da jedoch diese Objecte, wie erwähnt, so klein sind, dass sie an der Grenze der Sichtbarkeit stehen, so sieht man nur hellere oder dunklere Punkte, deren Deutung kaum mit Sicherheit möglich

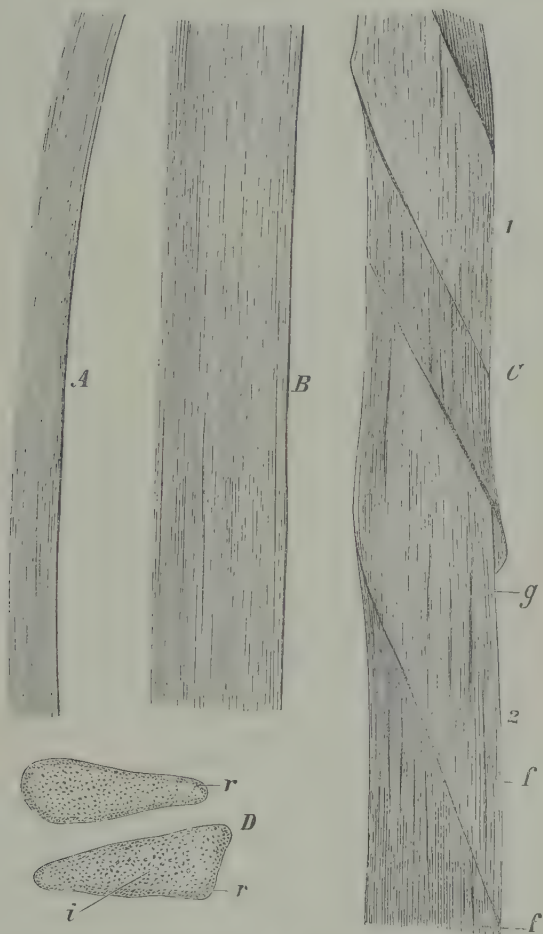


Fig. 67. Tussahseide von *Bombyx Selene*. *A* Seitenansicht, *B*, *C* Flächenansichten des einfachen Fibroinfadens, bei *C*, *1*, *2* zwei dünne Kreuzungsstellen, *r* dichtere Rindenschichte der Faser, *i* lockere Innenschichte, *f* Luftcanäle, *g* Fibrillen.

ist. Legt man aber die Querschnitte in verdünnte Schwefelsäure, so schwellen sie sehr stark an, so dass selbst die kleinsten Luftcanäle sichtbar werden, während die Fibrillen so verquellen, dass sie unsichtbar werden. Einen solchen Querschnitt sieht man in Fig. 68. *C* abgebildet. Dass diese verschieden grossen Flecke, welche scharf contourirt sind, leere Räume und nicht etwa festere oder anders licht-

brechende Partien der Querschnitte sind, darüber lassen die dünneren Querschnitte keinen Zweifel. Am überzeugendsten sind solche Schnitte, welche zerrissen sind. Da geht dann die Bruchlinie häufig durch die Luftcanäle und erscheint in Folge dessen mit zahlreichen Einbuchtungen versehen, welche genau ebenso aussehen, wie die Querschnitte der Canäle. Aus der Zeichnung Fig. 68 *C*, welche einen sehr gelungenen, in verdünnter Schwefelsäure gequollenen Querschnitt mit den zahlreichen Luftcanälen darstellt, ersieht man auch, dass die Grösse gegen die Mitte im Allgemeinen zunimmt, und ferner, dass der Grössenunterschied zwischen den grössten und feinsten ein sehr

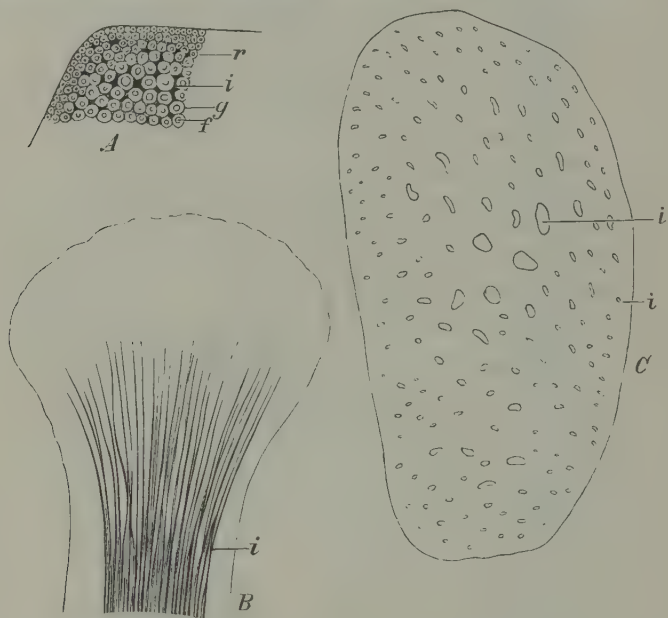


Fig. 68. *A* schematische Zeichnung eines Theiles eines Querschnittes, *r* Rindenschichte, *i* Lufräume (Kanäle), *g* Grundmasse, *f* Fibrillen. *B* Ende eines Tussahseidenfadens von *Bombyx Mylitta* in Schwefelsäure gequollen, *i* Luftcanäle und Fibrillen, welche Pinsel-förmig auseinander treten. *C* Querschnitt eines Tussahseidenfadens in Schwefelsäure stark gequollen, um die kleinen Lufräume *i* sichtbar zu machen. Vergr. 340.

bedeutender ist, sowie dass die Form des Querschnittes höchst verschieden ist. Setzt man zu solchen Querschnitten Jodtinctur hinzu so färben sich dieselben intensiv braun, wodurch dann die leeren Räume noch deutlicher werden.

Die Durchschnitte der Fibrillen lassen sich an Querschnitten nicht ohne Weiters sehen. Man sieht nur eine sehr dichte und feine Körnelung, welche zum Theil auf die Fibrillen zurückzuführen ist. Bei der Quellung in Schwefelsäure verschwindet die Körnelung alsbald, so dass die Fibrillen auch auf diese Weise am Querschnitte nicht deutlich nachzuweisen sind.

Ich suchte daher nach einer Methode, welche es erlaubte, mit Bestimmtheit zu beweisen, dass der Querschnitt nebst den Luftcanälen noch zweierlei Substanzen aufweist, eine Grundmasse und die festeren Fibrillen. Ich fand im Gefolge, dass Querschnitte, welche mit concentrirter Chromsäurelösung behandelt werden, in dieser kaum quellen, hingegen grosse Mengen von Chromsäure aufspeichern. Versetzt man nun solche mit concentrirter Chromsäure gefärbte und dann etwas ausgewaschene Querschnitte mit verdünnter Schwefelsäure, so quellen, wenn letztere die richtige Concentration besitzt, die Fibrillen fast gar nicht auf und bleiben gelbbraun gefärbt, während die Grundmasse stark quillt und farblos wird. So kann man auf eine höchst instructive Weise an einem Querschnitte zugleich Grundmasse, Fibrillen und Luftcanäle nachweisen.

In concentrirter Schwefelsäure sind alle Seidenarten löslich. Wenn daher in einer Seide Luft in zahlreichen feinen Canälen eingeschlossen vorkommt, so muss diese beim Lösen des Fibroins in Form von Bläschenreihen übrig bleiben. Löst man in der That gewöhnliche Seide unter dem Deckglase am Objecttische des Mikroskopes auf, so bleibt keine Luft übrig, während bei der Tussahseide und den verwandten Sorten zahlreiche Reihen kleiner Luftbläschen als Rückstand erscheinen. Man kann bei vorsichtigem Vorgehen sogar wahrnehmen, wie diese Bläschen aus den Luftcanälen entstehen. Setzt man nämlich zunächst verdünnte Säure zu, so quellen die Seidenfäden an, in Folge dessen werden auch die Luftcanäle dicker und es reicht die in ihnen enthaltene Luft nicht mehr hin, sie auszufüllen. Es zieht sich daher letztere zu kürzeren oder längeren, mit abgerundeten Enden versehenen Säulchen zusammen, welche durch mit der zugleich eingedrunghenen Flüssigkeit erfüllte Partien der Canäle getrennt sind, und welche man ganz deutlich sich hin- und herbewegen sehen kann. Auch an den Enden der Fäden kann man das Eindringen der Quellungsflüssigkeit und in Folge dessen die Luftbewegung in den Canälen sehen. Die Luftfäden ziehen sich allmählig zu Bläschen zusammen, welche zurückbleiben.

Wo sich zwei Fäden im Cocon unmittelbar nach ihrer Bildung, also im noch ganz weichen Zustande, kreuzen, erscheinen sie ganz flachgedrückt, zugleich etwas verbreitert und an der betreffenden Stelle ganz hell, durchsichtig. (S. Fig. 66, 67.)

An diesen Stellen sind die Luftcanäle ganz zusammengepresst, die Luft ist aus ihnen verdrängt und die daselbst noch vorhandene hellere Streifung rührt nur von den Fibrillen her.

Diese letzteren kann man sehr leicht völlig isoliren durch Maceration von Seide in concentrirter Chromsäurelösung durch 24 bis 48 Stunden. Wenigstens stellenweise wird die Grundmasse vollständig aufgelöst und es bleiben die dünnen Fibrillen zurück.

Auch beim Quellen von Seidenfäden in Schwefelsäure sieht man besonders an den pinselförmig auseinander tretenden Enden die Fibrillen neben den Luftcanälen auf das Deutlichste.

Der Luftgehalt der Tussahseiden und Verwandten lässt sich auch sehr schön dadurch nachweisen, dass man Stücke der Fäden in ein sehr stark lichtbrechendes Mittel, z. B. Canadabalsam, einschliesst. Da erscheinen die Kreuzungsstellen ganz durchsichtig, da sie keine Luft enthalten, während der übrige Theil der Fäden fast schwarz und ganz undurchsichtig wird.

Würde die Streifung, wie Bolley u. A. glaubten, von den dichteren Fibrillen herrühren, oder von der Oberflächenbeschaffenheit, so müssten die Fäden in Canadabalsam lichter und nicht dunkler erscheinen.

Schon oben wurde erwähnt, dass zwischen der Structur der Tussahseiden und der echten Seide nur ein relativer Unterschied herrscht.

Luftcanäle habe ich bei der echten Seide nie beobachtet. Hingegen nicht selten deutliche Fibrillenstreifung. Viel häufiger kommt es nun vor, dass Seidenarten, welche normal Luftcanäle besitzen, dieselben stellenweise oder ganz entbehren, so dass sie dann nur eine, allerdings sehr auffallende Fibrillenstreifung aufweisen. Dies kommt bei der Yamamayside oft vor, namentlich bei in Europa gezogenen Proben, ferner auch bei der hier gezogenen Ailanthusseide. Normale, von kräftigen Thieren in den betreffenden Heimatsländern gezogene Tussahseiden (und Verwandte) hingegen zeigen stets deutliche Luftcanäle. Dass die echte Seide Fibrillen in grosser Zahl enthält, geht schon aus dem besprochenen Verhalten gegen concentrirte Chromsäure hervor, ferner aus dem Umstande, dass man beim Durchmustern zahlreicher Seidenfäden unter dem Mikroskope nicht selten welche findet, die eine ganz deutliche Streifung aufweisen, welche nur in der fibrillösen Structur begründet sein kann.

Durch gehörige Einstellung kann man sich davon überzeugen, dass die Streifen in der Fibroinfaser liegen. An Querschnitten sieht man bei der echten Seide ohne Weiteres gar keine Andeutung einer Zusammensetzung der Fibroinfäden aus Fibrillen, indem die Fibroinmasse ganz homogen erscheint; selbst die Körnelung, die den Querschnitten von Tussahseiden eigen ist, fehlt hier. Ich fand aber eine Methode, mit welcher es gelingt, an dünnen Querschnitten der echten Seide die fibrilläre Structur nachzuweisen. Versetzt man die möglichst dünnen Querschnitte mit Jodtinctur, so werden sie intensiv gefärbt. Nun giebt man etwas verdünnte Schwefelsäure hinzu, um sie etwas anzuquellen, und dann lässt man vom Rande des Deckgläschens etwas concentrirte Schwefelsäure hinzutreten; da quillt der ganze Querschnitt rasch an und man bemerkt nun an einzelnen Stellen des Präparates (wo nämlich die richtige Concentration der Säure herrscht) in einer farblosen Grundmasse tief braun gefärbte Fäden liegen, welche die angelegten Fibrillen sind. Diese Methode habe ich auch mit Vortheil an ganzen Fäden angewendet.

Wenn man eine beliebige Seidenart in Schwefelsäure stark anquellen lässt, so bemerkt man ohne Weiteres, dass sich das betreffende Fadenstück hierbei zugleich verkürzt, und zwar oft um

mehr als die Hälfte, stets um wenigstens 20—30%. Die Ursache dieser interessanten Thatsache liegt darin, dass der Seidenfaden dadurch entstand, dass eine zähe und klebrige Substanz ausgezogen und dann in diesem gespannten Zustande fest wurde. Wäre der gespannte Faden weich geblieben, so würde er beim Nachlassen der Spannung wieder kürzer geworden sein und hätte sich schliesslich zu jenem Häufchen von Substanz zusammengezogen, aus dem er durch künstliche Dehnung entstand. Da er fest geworden war, musste er nach dem Aufhören der ziehenden Kraft in seiner erhaltenen Form bleiben. Sobald er aber nachträglich durch irgend ein Mittel wieder weich wird, sucht er seine ursprüngliche Form wieder anzunehmen und verkürzt sich daher mehr oder weniger stark. Die Allgemeinheit dieser Erscheinung, welche ich festgestellt habe, habe ich bereits in dem Abschnitte »Mikrophysik«¹⁾ betont. Ueberall, seien es Zellwände, sei es gedehnter Kautschuk oder ein Faden aus arabischem Gummi oder Harz, liegen der Erscheinung dieselben Ursachen zu Grunde.

Mikrochemie der Seide. In mikrochemischer Beziehung ist vor Allem zu erwähnen, dass Jod und Farbstoffe von der Fibrin-substanz stark aufgespeichert werden. Jod färbt Seide gelb bis rothbraun, Fuchsin roth, Alloxanthin dunkelroth etc.

Zucker und Schwefelsäure geben die Eiweissreaction (Rosa-färbung). Man wendet hierbei concentrirte Reagentien in der Kälte an. Gemeine Seide färbt sich beim Kochen mit Salzsäure unter starkem Aufquellen und schliesslichem Lösen kaum merklich violett. Die Tussahseide, Yamamay, Ailanthusseide und Verwandten färben sich beim Kochen mit Salzsäure, ohne so stark zu quellen (und daher ohne sich zunächst zu lösen), deutlich und sicher schmutzig- bis reinviolett.

Echte Seide löst sich schon in einer halben Minute in kochender Salzsäure, während die exotischen Seidensorten erst nach circa zwei Minuten langem Kochen gelöst werden. Die Lösung erstreckt sich jedoch nur auf die Fibrinfaser. Die Sericinschichte quillt nur stark und bleibt schliesslich als hohler, wellig gekräuselter, mannigfaltig verbogener Schlauch zurück.

Die Sericinhülle quillt in der Salzsäure schon in der Kälte sehr stark an und erscheint dann ganz hyalin, selbst dann, wenn sie vorher wegen ihrer zu grossen Dünne unsichtbar war. Man kann daher kalte Salzsäure zum Nachweise der Sericinhülle benützen.

Die Stärke der Quellung in Salzsäure ist bei verschiedenen Seidenarten sehr abweichend. Die Seide von Bombyx Mylitta (Tussah) quillt stark, die von B. Cynthia wenig (25—50%), die Senegalseide (von Faidherbia) sehr stark und letztere schon in kalter Salzsäure, wobei sie sich verkürzt.

Durch kochende concentrirte Salzsäure kann man echte Seide von Schafwolle und den anderen Haararten trennen. Diese Wollen

¹⁾ Siehe oben pag. 16.

und Haare quellen etwas in Salzsäure, lösen sich aber nicht. Echte Seide löst sich rasch (nach einer halben Minute). Senegalseide bald darauf, zuletzt Yamamaya, Tussah und Cynthia. Echte Seide kann man sicher mit Salzsäure von den drei letztgenannten quantitativ trennen. Zu demselben Ende kann auch mässig concentrirte Kalilauge dienen. Die gemeine Seide löst sich darin, die anderen fremden Sorten nicht. Das beste Trennungsmittel zwischen den echten Seiden und den exotischen ist eine in der Kälte gesättigte Chromsäurelösung, welche man mit dem gleichen Volumen Wasser versetzt hat. Im Folgenden soll dieses Reagens halbgesättigte Chromsäure heissen. Kocht man ein Gemenge von Baumwolle, Schafwolle, Angorahaar, echter Seide, Tussahseide und Leinen mit solcher halbgesättigter Chromsäure durch eine Minute, so findet man bei der mikroskopischen Untersuchung des Rückstandes nur Tussahseide, Baumwolle und Leinen vor.

Es lassen sich daher Schafwolle und echte Seide leicht quantitativ von Tussahseide und ihren Verwandten trennen. Da hiebei diese letzteren nur wenig quellen und ganz scharf contourirt erscheinen, so ist die Methode genügend scharf.

Man ist überhaupt im Stande, auf Grund dieser meiner Erfahrungen ein Gewebe, in welchem Schafwolle, Baumwolle, Tussahseide (oder eine ähnliche Sorte) und echte Seide vorkommen, quantitativ in seine Bestandtheile zu zerlegen, und zwar kann man sich hiebei mehrerer einander controlirender Methoden bedienen.

1. Man löst durch Kochen in concentrirter Salzsäure in einer halben Minute die echte Seide heraus; aus dem Rückstande durch längeres Kochen mit Salzsäure die exotische Seide, während das restirende Gemenge von Baumwolle und Schafwolle durch Kochen mit Kalilauge leicht in seine Bestandtheile zerlegt wird. Baumwolle bleibt ungelöst.

2. Oder man kocht längere Zeit mit Kalilauge (Rückstand $A =$ Baumwolle + Tussah); eine zweite gleiche Probe wird mit Salzsäure länger gekocht (Rückstand $B =$ Baumwolle + Schafwolle); Rückstand A wird mit Salzsäure in Baumwolle und Tussah zerlegt und von Rückstand B die Baumwolle abgezogen. Die Quantität der echten Seide ergibt sich durch Subtraction.

3. Oder endlich durch Kochen mit halbecentrirter Lösung von Chromsäure löst man echte Seide und Schafwolle heraus. Aus dem Rückstande, der aus Tussah und Baumwolle besteht, die erstere durch concentrirte Salzsäure. Eine frische Probe mit Salzsäure, etwa drei Minuten gekocht, gibt einen Rückstand von Baumwolle und Schafwolle, der durch Kalilauge getrennt werden kann, oder man bestimmt die Menge von Schafwolle durch Abzug der oben bestimmten Baumwolle. Den vierten Bestandtheil erhält man wieder durch Subtraction der drei gefundenen.

Salpetersäure färbt die Seide, besonders beim Kochen, schwach gelb. Ebenso Pikrinsäure intensiv gelb, welche letztere Färbung auch nach dem Auswaschen in kaltem Wasser noch erhalten bleibt, im

Gegensätze zu den Pflanzenfasern und in Uebereinstimmung mit den Thierhaaren.

Da die Seide keinen Schwefel enthält, so gibt sie weder die Schwefelblei-Reaction noch die Nitroprussidnatrium-Reaction. Taucht man die Seide in eine Mischung von Bleizuckerlösung und überschlüssiger Kalilauge, so färbt sie sich nicht (Wolle wird braun). Kocht man Seide mit Kalilauge und versetzt die verdünnte Lösung mit Nitroprussidnatrium, so tritt keine Violettfärbung ein (diese findet bei den stets Schwefel enthaltenden Haaren immer statt).

Kupferoxydammoniak löst Seide schwer, Wolle nicht.

Englische Schwefelsäure löst Seide sofort, Haare nicht oder nach längerer Zeit nur theilweise.

Nach Persoz löst sich Seide auch in einer Lösung von Chlorzink ¹⁾ bei einstündiger Digerirung bei 30—40° Celsius. Schafwolle bleibt hiebei ungelöst.

3. Mikroskopische Unterscheidung der Seidenarten.

Dass Gebilde, welche auf so einfache Weise und von so nahe mit einander verwandten Thieren erzeugt werden, nicht leicht mit Sicherheit von einander unterschieden werden können, weder bei makro- noch bei mikroskopischer Betrachtung, ist ohne Weiteres klar. In der That ergibt selbst die genaueste mikroskopische Untersuchung keine vollständig durchgreifenden Merkmale, welche gestatten würden, alle wichtigeren Seidenarten von einander zu unterscheiden. Hingegen ist es sehr leicht, die echte Seide (von *Bombyx mori*) von den übrigen zu unterscheiden, wobei natürlich die Seide von *Saturnia spini*, welche von der echten Seide unter dem Mikroskope kaum zu unterscheiden ist, ausgenommen ist.

Die echte Seide besteht je nach ihrer vorgängigen Behandlung aus einfachen oder Doppelfäden mit oder ohne Sericinülle. Diese letztere ist ganz glatt und dünn oder unregelmässig dick, wulstig etc., oder körnig, oft mit Querspalten und Querwülsten. Die Fibrinfäden erscheinen wenig oder nicht zusammengedrückt; ihr Querschnitt ist abgerundet viereckig, oder abgerundet dreieckig oder unregelmässig. Fibrillen sind in der Regel nicht sichtbar, doch meist mit Jod und Schwefelsäure nachweisbar. Luftcanäle fehlen stets (s. Fig. 64, 65).

Alle anderen wichtigeren Seidenarten zeigen eine dunkle Längsstreifung, welche von den Luftcanälen und den Fibrillen herührt, sind flachgedrückt, so dass der Querschnitt mehrmals länger als breit erscheint. Die Sericinschichte ist meist fast kaum sichtbar (auch an der Rohseide so), oder feinkörnig, oder grobschollig, im Ganzen höchst verschieden entwickelt.

¹⁾ 10 Theile trockenes Chlorzink werden in 10 Th. dest. Wasser gelöst und hierauf 2 Th. Zinkoxyd zugesetzt. Comptes rendus 55, pag. 810.

Die Merkmale, welche zur Erkennung der einzelnen Arten dienen können, sind folgende.

1. Die Breite der Faser. Den mittleren Durchmesser der Einzel-Fibroinfäden zu bestimmen, ist bei der grossen Verschiedenheit der Breite der Seidenfäden kaum mit Sicherheit möglich. Häufig ist es nicht leicht möglich, den einfachen Faden vom Doppelfaden zu unterscheiden. So bei der Senegalseide. Nach meinen Erfahrungen erscheint es am zweckmässigsten, den grössten auffindbaren Durchmesser zu constatiren und dann mit Rücksicht auf die folgende Reihenfolge die Bestimmung der Seide vorzunehmen. Die grösste auffindbare Dicke beträgt nach meinen eigenen Messungen bei

Echter Seide (von *Bombyx mori*) 20—25 μ ,
 Senegalseide (von *Faidherbia Bauhini*) 30—35 μ ,
 Ailanthusseide (von *Attacus Cynthia*) 40—50 μ ,
 Yamamayseide (von *Antherea Yamamaya*) 40—50 μ ,
 Tussahseide (von *Bombyx Selene*) 50—55 μ ,
 Tussahseide (von *Bombyx Mylitta*) 60—65 (bis 100?) μ .

Nach den Messungen von Wiesner und Praseh beträgt der Durchmesser (die Breite) des einzelnen Seidenfadens bei

Ailanthusseide 7—27, meist 14 μ ,
 Yamamayseide 10—45, meist 23 μ ; bei der Seide von
Bombyx Mylitta 14—75, meist 42 μ ; bei der Seide von
Bombyx Selene 27—41, meist 34 μ , bei
 Senegalseide 12—34, meist 22 μ ,
 Echter Seide 9—21, meist 13 μ .

2. Betrachtet man einen Seidenfaden der Länge nach, so findet man hier und da sogenannte Kreuzungsstellen. Die Fäden, aus welchen der Cocon aufgebaut wird, kreuzen sich mannigfaltig, und je nachdem sie zu dem Zeitpunkte, da diese Kreuzung geschieht, entweder schon fast erhärtet oder noch weich sind, werden diese Kreuzungsstellen auch an den isolirten Fäden in mehr oder minder grosser Anzahl zu finden sein. Man könnte glauben, dass ihre relative Anzahl bei allen Seidenarten die gleiche sein wird. Dies ist jedoch nicht der Fall, indem manche Seidenarten sehr zahlreiche und andere wieder fast gar keine solche Stellen aufweisen.

Dies deutet darauf hin, dass die verschiedenen Cocons eine verschiedene Anordnung der Fäden besitzen, und dass letztere bei einigen Arten rascher erhärten und bei anderen später.

Die Kreuzungsstellen sind sehr leicht zu erkennen (s. Fig. 66, 67). Sie stehen meist schief, selten senkrecht zur Längsrichtung der Fäden, welche daselbst fast stets verbreitert sind, manchmal fast auf das Doppelte der normalen Breite. Die Luftcanäle fehlen an den Kreuzungsstellen oder sind spärlicher, so dass die sonst oft ganz undurchsichtige Seide ganz hyalin wird, indem nur die Fibrillenstreifung übrig bleibt. Die Ränder der Kreuzungsstellen sind meist ganz scharf sichtbar und etwas wulstig erhöht.

Die echte Seide, die Ailanthusseide und die Senegalseide zeigen keine oder nur spärliche, undeutliche Kreuzungsstellen. Bei den

Tussahseiden und der Yamamayaseide sind hingegen die Kreuzungsstellen höchst auffallend und charakteristisch (s. Fig. 66, 67).

3. Je stärker eine Seide differenzirt ist, je auffallender also Fibrillen und Luftcanäle entwickelt sind, desto mehr zerfasert sich dieselbe am Rande, indem sich einzelne Fibrillen oder Bündel von solchen ablösen, und desto auffallender ist die Faserung beim Zerreißen von ganzen Fäden. Zerreißt man ein Bündel von Fäden der echten Seide, der Tussahseide oder der Yamamayaseide und betrachtet man die Enden unter dem Mikroskope, so sieht man keine oder fast keine Zerfaserung. Bei der Senegalseide zerfasert sich hingegen fast jeder einzelne Faden, während bei der Ailanthuseide etwa die Hälfte der Fäden zerfasert ist nach dem Risse. Bei den letzten beiden Seidenarten sind auch grössere Luftcanäle, ferner häufig Längsspalten vorhanden und am Rande abgelöste Fibrillen, welche verschiedenartig gekrümmt oder gekräuselt erscheinen.

4. Wenn es sich um ungefärbte oder um Rohseide handelt, kann auch das Polarisationsmikroskop mit Vortheil zur Unterscheidung der verschiedenen Seidenarten dienen. Bei der nöthigen Uebung ist diese Unterscheidung auf den ersten Blick möglich. Jedes gewöhnliche Mikroskop kann leicht in ein Polarisationsmikroskop umgewandelt werden, wenn man den Polarisationsapparat einschaltet. Dieser besteht aus zwei Nicol'schen (oder ähnlichen) Prismen. Das eine wird unter der Tischöffnung des Mikroskopes angebracht; es ist dieses der sogenannte Polarisator. Das andere — der Analysator — wird über dem Objectivsysteme, oder über dem Oculare befestigt. Betrachtet man bei dieser Anordnung der Prismen ein mikroskopisches Präparat von Seide, so sieht man diese in einem hellen oder dunklen Gesichtsfelde mehr oder weniger auffallend gefärbt. Haben beide Prismen die gleiche Stellung (Parallelstellung), so erscheint das Gesichtsfeld hell, stehen sie aufeinander senkrecht (Kreuzungsstellung), so erscheint das Gesichtsfeld dunkel. Da beide Prismen um ihre Axe drehbar sind, so kann man die Stellung derselben zu einander beliebig ändern. Will man die charakteristischen Farbenerscheinungen an den Seidenarten sehen, so wendet man eine ganz schwache (30–50fache) Vergrößerung an. Bekanntlich hängt die Interferenzfarbe, welche ein bestimmtes Object unter dem Polarisationsapparate aufweist, hauptsächlich von der Dicke ab (gleiche Substanz vorausgesetzt). Es wird daher derselbe Faden, von der Schmalseite gesehen, anders gefärbt sein müssen, als in der Flächenansicht. Die Farben werden als um so höhere bezeichnet, je dicker das Object ist. Die höchsten (das heisst also die den dicksten Partien entsprechenden) Farben sind hellgrün und hellrosa. Die Seitenansichten breiter Seidenfäden zeigen häufig diese schwachen hohen Farben. Man muss daher die schmale Seitenansicht von der breiten Flächenansicht im Polarisationsmikroskope beim Studium der Farbenerscheinungen unterscheiden. Wenn zwei Fäden übereinanderliegen, so verhalten sie sich so wie ein etwa doppelt so dicker Faden. Es müssen daher solche Stellen, wo sich z. B. zwei Fäden im Gesichtsfelde kreuzen, oder wo sich dichte Haufwerke von Fäden befinden, ganz andere

Farben aufweisen, als die einzeln und freiliegenden Fäden, und diese anderen Farben können keine charakteristischen sein.

Es wird daher nach allem Gesagten verständlich sein, dass sich die nachfolgenden Angaben nur auf einzeln und freiliegende Fäden, welche bei ganz schwacher Vergrösserung betrachtet werden, beziehen. Je stärker die Vergrösserung wird, desto undeutlicher und unausgesprochenener werden die Farben, desto geringer wird auch der Helligkeitsunterschied zwischen dem hellen und dunklen Gesichtsfelde.

Im hellen Gesichtsfelde sieht man die complementären Farben zu jenen, welche man im dunkeln wahrnimmt. Die folgenden Angaben, welche zeigen, wie auffallend verschieden die Farben und ihre Anordnung bei den verschiedenen Seidenarten sind, beziehen sich auf das ganz verdunkelte Gesichtsfeld.

Vorher sei indessen noch die naheliegende Meinung widerlegt, dass diese Farbenercheinungen unwesentliche und zu einer sicheren Unterscheidung nicht geeignete seien. Es ist sicher, dass die Seiden eine sehr verschiedene Dicke besitzen. Dass dieselbe Seidenart, wenn sie nicht in ganz normaler Weise erzogen ist, ganz abweichend aussieht und dann auch mikroskopisch unbestimmbar ist, ist ebenfalls gewiss. In solchen Fällen, die namentlich bei inländischen Proben von Yamamay- und Ailanthusseide (die dann unter Umständen sogar der Luftcanäle entbehren können) vorkommen, lässt natürlich auch das Polarisationsmikroskop, sowie überhaupt jedes Merkmal im Stiche. Solche Versuchsproducte, deren ich auch verschiedene zu untersuchen Gelegenheit hatte, können aber nicht als normale betrachtet werden. In normalen Proben, welche vielleicht 99⁰/₁₀₀ der Handelswaare ausmachen, sind die Eigenschaften sehr constante. Es ist sicher, dass auch die Güte und Menge der Nahrung, welche die Seidenraupen erhalten, einen Einfluss auf die Dicke der Seidenfasern haben müssen. Doch ist (von abnormalen Fällen abgesehen) dieser Einfluss viel geringer, als man vermuthen möchte, da eine schlecht genährte Raupe einen viel kürzeren, nur wenig dünneren Faden und mithin einen kleineren Cocon liefert. Wo man daher zum Studium der Seide das Mikroskop überhaupt anwendet, wird man auch das Polarisationsinstrument mit Erfolg benützen können. Wie mich aber die directe Untersuchung lehrte, zeigt der Polarisationsapparat noch eine wichtige Eigenschaft der Seiden, die man ohne Benützung desselben nicht mit Sicherheit wahrnehmen kann, oder doch nicht zur Bestimmung verwerthen könnte. Es ist dieses die grössere oder geringere Gleichmässigkeit der Dicke der Fäden. Betrachtet man einen der breiten Fäden von Tussahseide z. B., so erscheint er, von den Kreuzungsstellen abgesehen, überall so ziemlich gleich dunkel; es hat also den Anschein, als wenn er überall gleich dick wäre. Sobald man aber die Nicol'schen Prismen einschaltet, bemerkt man sofort ausserordentliche Unterschiede in der Dicke, welche sich durch die verschiedenen Farben kundgeben. Da nun die verschiedenen Seidenarten zum Theil sehr gleichmässig dick sind und zum Theil nicht,

so giebt das Polarisationsinstrument ganz wichtige neue Anhaltspunkte.

Die Farbenerscheinungen, welche man also an frei und einzeln liegenden Fäden, an den Schmal- und Breitseiten derselben, im ganz verdunkelten Gesichtsfelde bei 30—50facher Vergrößerung sieht, sind folgende.

1. **Echte Seide** (von *Bombyx mori*). *a*) Breitseite: Meist glänzend bläulich- oder gelblich-milchweiss. Auf längeren Strecken oft in den schönsten Farben gleichmässig erglänzend. Wichtig ist, dass fast stets sich der ganzen Breite nach dieselbe Farbe befindet. Kurze Flecke fehlen. *b*) Schmalseite: Ganz ebenso wie die Breitseite.

2. **Yamamayseide** (von *Antheraea Yamamaya*). *a*) Breitseite: Meist sehr schön und rein bläulich-milchweiss. Doch kommen auch dunklere, bläuliche, graublaue und fast schwarze Töne vor. Fast alle Farben leuchtend. *b*) Schmalseite: Alle Farben und zwar grell und schön. Dieselbe Farbe kommt nur auf kurzen Strecken vor. Auch dunklere bis schwärzliche Töne.

3. **Tussahseide** (vom *Bombyx Selene*). *a*) Breitseite: Erglänzt in allen Farben. Bläulich-milchweiss nicht vorherrschend, sondern eher zurücktretend. Die Dicke der Faser ist sehr ungleichmässig. Die dicksten Stellen erscheinen sehr schön glänzend dunkelblau und rothviolett. Die dünnsten Stellen erscheinen gelblichweiss bis ockergelb und orange. Streckenweise auch milchblau oder gelblichweiss bis grau etc. *b*) Schmalseite: Die Seitenansicht ist ziemlich breit und zeigt auf einem dunkleren Grunde nur hohe Farben: hellrosa, hellgrün (manchmal wenig deutlich). Die Farben bilden längliche Flecken, welche stets schmaler sind als die Faser selbst. Häufig nur dunkelgrau bis schwärzlich.

4. **Tussahseide** (von *Bombyx Mylitta*). *a*) Breitseite: Bläulich-milchweiss vorherrschend, auch bräunliche, graue bis schwärzliche Töne. Flecken ähnlich schön und auffallend wie bei *Selene*, aber fast nie dunkelblau, sondern meist hellorange bis roth und bräunlich. Die Fasern sind bläulich oder gelblich-milchweiss mit orangefärbigen Flecken (an den dicksten Stellen). *b*) Schmalseite: Schmutzig grau mit hohen hellrothen und hellgrünen Farben, manchmal nur dunkelgrau. Die Farben in Flecken, welche schmaler sind als die Fasern. Im Ganzen also fast ganz so wie bei *Bombyx Selene*.

5. **Ailanthuseide** (von *Attacus Cynthia*). *a*) Breitseite: Glänzend gelblichweiss, gelblichbraun oder graubraun und ähnliche schmutzige Farben. *b*) Schmalseite: Fast alle Farben, aber etwas gedämpft und nicht grell. Häufig unreine Färbungen (graubraun, schwärzlich etc.), seltener schöne grelle Farben. Dieselbe Farbe kommt nur auf kurzen Strecken vor. Also kurze grüne, gelbe, violette, rothe oder blaue Längsflecke.

6. **Senegalseide** (von *Faidherbia Bauhini*). *a*) Breitseite: Glänzend gelblich oder bräunlichweiss oder mattgelb, grau bis braun,

seltener bläulichweiss. b) Schmalseite: Matt und unrein grau, braun bis schwärzlich, seltener hellere Farben.

Nebst den bisher besprochenen Seidenarten und Producten kommen noch zwei andere nicht selten vor. Es sind dies die eigentliche Wildseide (wohl zu unterscheiden von den sogenannten wilden Seiden, worunter man alle nicht von dem echten Seidenspinner abstammenden Arten, also auch Tussah, Yamamay etc. versteht) und dann die Seidenshoddy.

Die eigentliche Wildseide wird in den verschiedensten Tropengegenden durch Sammeln und Verarbeiten der verschiedenartigsten Cocons gewonnen. Es ist eine Florett- oder Wattsseide, die durch Zerreißen und nicht durch Abspinnen der Cocons erhalten wird.

Eine mir vorliegende Probe aus San Salvador (Centralamerika) bestand aus gekochten, kurzen, sehr ungleichmässig dicken, glatten, nicht fibrillösen Fäden, ohne Luftcanäle, und machte daher den Eindruck von echter Seide. Die Fäden waren aber nicht zusammengepresst, sehr dünn, meist 4—10 μ , die dünnsten 3—4, die dicksten bis 18 μ dick.

Seidenshoddy enthält stets einzelne Baumwoll- und Schafwollfäden, ferner häufig verschiedene Seidenarten gemengt. Dann kommen gekochte, halbgekochte und Rohseidenfäden, ferner Feinseiden- und Florettseidenfäden gemengt vor. Ueberdiess treten verschiedene Farben auf. Die Fäden sind dabei nur kurz, einige Centimeter lang. Man wird daher Seidenshoddy unter dem Mikroskope als solche leicht erkennen können.

Schliesslich seien einige Angaben über die Mikroskopie einiger weniger wichtiger Seidenarten der Vollständigkeit halber beigefügt.

1. Die nordamerikanische Seide von *Saturnia Polyphemus* besteht aus sehr flachen Fäden, mit auffallender grobscholliger Sericinshülle, mit sehr groben Luftcanälen und zahlreichen abgetrennten Fibrillen am Rande. Schiefe Kreuzungsstellen sind sehr auffallend und häufig. Die Breite der einfachen Fäden ist durchschnittlich etwa 33 μ . Unter dem Polarisationsmikroskop ist diese Seide der vom *Ailanthus*-Spinner ähnlich.

2. Die Seide von *Arryndia Ricini* ist noch flacher, fast dünn bandförmig. Luftcanäle oft sehr dick, oft dünn, ja selbst streckenweise fehlend, so dass die Faser dann nur die Fibrillenstreifung aufweist. Sericinschichte oft scheinbar fehlend, weil sehr dünn und spärlich. Stellenweise in Form von grobkörnigen dünnen Schichten auftretend. Die Doppelfaser ist etwa 45—55 μ breit und 4—6 μ dick. Abgetrennte Randfibrillen nicht selten. Die Flächenansicht der Einzelfaser ist sehr leicht, fast durchsichtig. Kreuzungsstellen nicht selten, aber nicht auffallend; Faser an solchen nur wenig breit gedrückt. Die Sericinschichte ist sehr dünn und gleichmässig entwickelt, häufig mit regelmässigen Quersprüngen. Optisch sieht sie in die Mitte zwischen *Ailanthus*- und *Yamamay*seide einreihend.

3. *Antherea Pernyi* hat eine flach bandförmige Seide, welche sich gar nicht zerfasert, so dass man fast gar keine einfachen Fibrillen sieht. Breite der Doppelfäden 60—80 μ . Dicke 8—10 μ . Die Kreuzungsstellen sind spärlich und wenig ausgesprochen, meist nicht gut sichtbar. Die Sericinhülle ist sehr dünn, meist kaum bemerklich. Stellenweise dicker, in Form einer feinen Körnerschichte entwickelt. Die Lufteanäle sind mitteldick, die Faser ist halbdurchsichtig. Nicht selten sind Längsspalten in der Fibroinmasse zu sehen. Unter dem Polarisationsmikroskope ähnlich, wie die vorhergehende.

4. Die Texanische *Saturnia Cecropia* hat Doppelfäden von 60—90 μ Breite und 10—15 μ Dicke, mit sehr groben Lufteanälen. Sie erscheint daher unter dem Mikroskope meist sehr dunkel. Sehr auffallend und scharf abgeschnitten sind die Kreuzungsstellen. An solchen sind auch die Fäden sehr stark, oft auf das Dreifache verbreitert. Die Fibrinfäden zerfasern sich sehr stark und leicht in ihre Fibrillen. Die Sericinschichte ist sehr gleichmässig entwickelt und zwar meist in Form einer hyalinen oder gleichmässig feinkörnigen Lage. Die Fibrillen sind grob und treten an den Kreuzungsstellen sehr deutlich hervor.

5. *Attacus lunula* hat schmale, aber sehr dicke Doppelfäden (bei einer Breite von 25—35 μ , 12—18 μ dick). Die Lufteanäle sind fein. Zerfaserung sehr schwach. Sericinhülle meist sehr dünn, hyalin oder feinkörnig; stellenweise in Form von wulstigen Massen. Sericinschichte auffallend ockergelb gefärbt, daher die ganze Seide braungelb. Optisch sich ähnlich wie *Ailanthus* verhaltend, doch durch die gelbe Sericinhülle die Farben etwas verändert.

Anhang.

I. Muschelseide.

Die Muschelseide, welche auch *Lana penna* genannt wird und von den Steckmuscheln (*Penna nobilis* u. a. Arten) herrührt, besteht aus olivenbraunen Fäden von elliptischem Querschnitte und 10—100 μ Durchmesser (siehe Fig. 69). Die Fäden sind häufig um die Axe gedreht und zeigen eine sehr zarte und regelmässige Längsstreifung. Sie sind ganz solid, zeigen also keinen Hohlraum oder Lufteanäle, sie zerfasern sich beim Zerreißen nicht und brechen stets fast quer ab. Die feineren Fäden sind fast glatt, die groben, die auch häufig beinahe bandartig dünn sind, sind häufig stellenweise rau und am Rande zerfressen. Die Fasern sind immer einzeln, fast stets ganz einfach; selten sieht man von einer dicken Faser eine dünne abzweigen. Die Fäden der Muschelseide sind von geringer Länge (meist 3—6 cm lang), und werden meistens ungefärbt, d. h. also naturbraun zu kleineren Kleidungsstücken, besonders in südlichen Gegenden (Dalmatien, Italien), doch auch z. B. in der Normandie, wo selbst Westenzeuge daraus verfertigt wurden, verwendet.

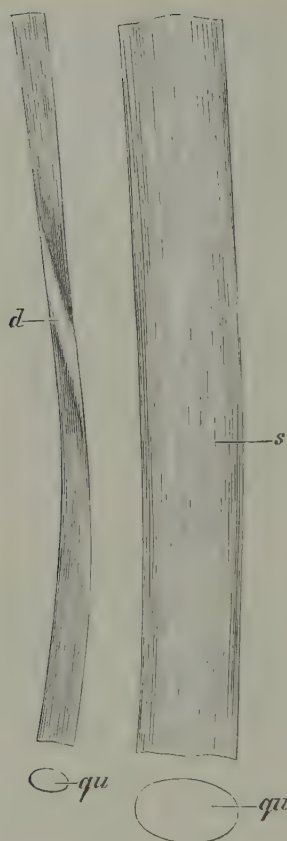


Fig. 69. Muschelseide. Ein dicker und ein dünner Faden, *s* feine Längsstreifung, *d* Drehungsstelle, *qu* ovale Querschnitte. Vergr. 340.

2. Literatur der Mikroskopie der Thierhaare und Seiden.

- B. Eble, Die Lehre von den Haaren. 2 Bde. 1831 (Wien).
 Kölliker, Handbuch der Gewebelehre.
 W. v. Nathusius-Königsborn, Das Wollhaar des Schafes in histologischer und technischer Beziehung. Berlin (Wigand und Hempel, 1866.)
 Leydig, Lehrbuch der Histologie.
 Gurlt, Vergleichende Untersuchungen über die Haut etc. Berlin 1844.
 R. Wagner's Handwörterbuch der Physiologie (Artikel: Physiologie der Haut, von Krause).
 A. Biesiadecky, Artikel Haut, Haare und Nägel in S. Stricker's Handbuch der Lehre von den Geweben. Leipzig 1871. I. p. 581 ff.

- Janke, Wollproduction. Breslau, Korn, 1864.
 Schmidt, Schafzucht und Wollkunde. 1852.
 Browne, Trichologia mammalium. Philadelphia 1853.
 Rohde, Beiträge zur Kenntniss des Wollhaares (Eldenaer Archiv 1856 und 1857).
 Erdl, Vergleichende Darstellung des inneren Baues der Haare. (In: Abh. der II. Classe der k. Akad. d. Wissenschaften, 1841.
 Engel, Ueber das Wachsen abgeschnittener Haare. 1856. (Sitzungsberichte der kais. Wiener Akad.)
 Wiesner, Technische Mikroskopie, p 170.
 v. Höhnel, Beiträge zur technischen Rohstofflehre, in Dingler's Polyt. Journal, Bd. 252.
 Frey, Das Mikroskop für Aerzte etc.
 Muspratt's Chemie (V. Bd, Artikel: Textilindustrie, von H. Grothe).
 Hanausek und Nebeski (Mikroskopie von Pelzhaaren). Im Jahresbericht der Wiener Handelsakademie pro 1884.
 Bolley und Schoch, Dingler's Polyt. Journal, 1870, Bd. 196, p. 72 (über die Seiden).
 Bolley, Untersuchung über die Yamamayseide. Polyt. Zeitschrift 1869, Bd. 14, p. 142 ff. (Im Wesentl. dasselbe.)
 Wiesner und Prasch, Ueber die Seiden, in Mikroskop. Untersuchungen, 1872, p. 45 f, und Dingl. Polyt. Journ. 1868, 190. Bd, p. 233.
 Werttheim, Ueber den Bau des Haarbalges. Sitzungsber. der Akad. der Wissenschaft. Wien 1864.)
-

Namen- und Sach-Register.

A.
 Abaca 50, 60, 68.
 Abbe's Prisma 5.
 Abbe-Zeiss, Polarisationsapparat 5.
 Abelmuschusfaser 10, 44.
 Abelmuschus tetraphyllus 11, 17, 65, 71.
 Aether 6.
 Aetzkali 6.
 Aetznatron 6.
 Agave americana 11, 51, 67, 68.
 Ailanthus glandulosa 138.
 Alabama, Baumwolle 25.
 Alfa 65.
 Alfafaser 19, 51, 54.
 Alkohol 6.
 Aloëfaser 7, 10.
 Aloëhanf 8, 11, 14, 15, 51, 67, 69.
 Aloë perfoliata 17, 67, 69.
 Alpacca 107.
 Alpaccahaar, grau 125.
 — rothbraun 124.
 — weiss 14, 123.
 Alpaccawolle 93.
 Alpaga 123.
 Alpagna 123.
 Altnch-Mungo 108.
 Ammoniak 6.
 Amyloid 83.
 Analysator 5.
 Ananasfaser 19, 53, 64, 68.
 Ananassa sativa, Fasergrüsse 19.
 Ananassa sativa 53, 64, 68.
 Andropogon Gryllus 57.
 Angorahaar, Quellung 14.
 Angorahaar 93.
 Angoraziegenhaar 118.
 Anilinblau 6, 84.
 Anilinfarbstoffe 12.
 Anilinsalze 12.
 Anilin, salzsaures 6.
 Annaline 84.
 Anthracrea Pernyi 138, 157.
 — Yamamaya 138.
 Apocynen 30.
 Arenga saccharifera 56.
 Arryndia ricini 156.
 Artificial wool 57.
 Aschenkrystalle 11.
 Asclepiadeen 30.
 Asclepias Cornuti 32, 61, 70.
 — curassavica 30, 61, 70.
 — syriaca 70.
 Aspe 8.
 Aspenholz 10.

Attacus Arryndia 138.
 — Cynthia 138, 155.
 — lunula 138, 157.
 — ricini 138.
 Attalea funifera 56.
 Auchenia sp. 122.
 Auchenia Huanaco 122.
 — Lama* 122.
 — Paco 93, 122.
 — Vicunna 122.
B.
 Bactris tomentosa 57.
 Balaena Mysticetus 128.
 Bambusfaser 7.
 Bambusrohr 78.
 Bambusrohrfaser 78.
 Baste 7.
 Bast der Seide 137.
 Baste, dicotyle 8, 34.
 Bastfasern 7, 8.
 Bastfasern, dicotyle 34.
 — echte 10.
 Bastfaserbündel 8.
 Basttheile 8.
 Bauhinia racemosa 43.
 Baumwolle 7, 9, 12, 13, 24, 60, 64, 69, 73.
 — Beschreibung 24.
 — Quellung 26.
 — todte 28.
 Baumwollsorten 25.
 — afrikanische 25.
 — asiatische 25.
 — Bahia 25.
 — Barcelona 25.
 — Bengal 25.
 — Berbice 25.
 — Bourbon 25.
 — brasilianische 25.
 — Cartagena 25.
 — Castellamare 25.
 — Cayenne 25.
 — Ceara 25.
 — Columbia 25.
 — Cuba 25.
 — europäische 25.
 — levantinische 25.
 — nordamerikanische 25.
 — mittelamerikanische 25.
 — südamerikanische 25.
 Beaumontia grandiflora 30, 31, 61, 69.
 Berlinerblau 83.
 Bernardin 2.
 Berthold 1.

Besenginster 47, 57.
 Besenmaterialien 7.
 Biberhaar 93, 131.
 Bidens 110.
 Bilch 135, 136.
 Birnbaums spinner 138.
 Bisam 135, 136.
 Bisamhaar 93, 131.
 Blattabschnitte 8.
 Blauholzblau 83.
 Bleizuckerlösung 93.
 Boehmeria nivea 11, 63.
 Bombaceen 28.
 Bombax Ceiba 28, 29, 62.
 — heptaphyllum 28, 29, 61.
 — malabaricum 28, 29.
 — pentandrum 25, 30.
 Bombaxwolle 28.
 Bombyx Cecropia 138.
 — Cynthia 138, 155.
 — Faidherbii 138, 155.
 — mori 138, 155.
 — Mylitta 138, 155.
 — Pernyi 138.
 — ricini 138.
 — Selene 138, 155.
 — spini 138.
 — Yamamaya 138, 155.
 Borsten 87, 88.
 Bos Taurus 93.
 Bouretseide 139, 141.
 Breunnessel 57.
 Bromelia Karatas 17, 19.
 Broussonetia papyrifera 46.
 Bürstenmaterialien 7.
C.
 Cachemirwolle 119.
 Calotropis gigantea 17, 30, 61, 70.
 Calotropis procera 6, 69.
 Camelus bactrianus 93.
 — Dromedarius 93.
 Cannabis saliva 64.
 Carbonsäure 12.
 Carbonisiren 108, 110.
 Carex bryzoides 57.
 Cap-Angora-Wolle 118.
 Capra hircus 93, 116.
 — angorensis 93.
 — laniger 93, 119.
 Carminlösung 6.
 Caryota urens 57.
 Castor Fiber 93.
 Cattun 27.
 Ceibawolle 28, 62.

Cellulose 11, 12.
 Celluloseereaktionen 12.
 Chamaerops humilis 56.
 Chappeseide 141.
 Chevallier 1.
 Chinagras 7, 10, 15, 41, 63, 71.
 Chinchilla 135, 136.
 Chitrang 49.
 Chlorzinkjod 5, 6, 22.
 Chlorzink löst Seide 151.
 Chorisia speciosa 28.
 Chromsäure 5, 12.
 Cibotium Chamissoi 30.
 — glaucum 9, 30.
 — Menziesii 30.
 Cochlospermum Gossypium 28, 62, 70.
 Cocosnussfaser 52, 68.
 Coirfaser 7, 8, 10, 11, 52, 68.
 Colloidum-Massstab 4.
 Corchorus capsularis 19, 65, 70.
 — olitorius 19.
 Cordia latifolia 17, 48.
 Corypha umbraculifera 19, 56.
 Cosmosfaser 57.
 Cramer 1, 36, 37.
 Cricula trifenestrata 138.
 Crin d'Afrique 7, 8, 56.
 Crin végétale 7, 8, 56, 57.
 Crotalaria juncea 42, 64, 72.
 Cubabast 7, 8.
 Cuticula 9, 12.
 Cuticularzellen (der Haare) 88.
 Cutis 87.
 Cyperus Papyrus 85.

D.

Damast 108.
 Daphnefaser 48.
 Dari 57.
 Dattelpalmenfaser 56.
 Deckglas 5.
 Degummiren 137.
 Demerary-Baumwolle 28.
 Dollerah-Baumwolle 25.

E.

Edredon vegetale 7, 28, 61.
 Einschlagfäden 105.
 Ejou 56.
 Elchenseidenspinner 138.
 Eiweisskörper 11.
 Elais guinensis 19.
 Electoratwolle 94, 96.
 Entbasten 137.
 Entschälen 137.
 Epidermis 87.
 Epidermisschuppen (d. Haare) 88.
 Epidermiszellen 12.
 — der Haare 88.
 Equus Caballus 93.
 Eriodendron anfractuosum 28, 30, 61, 70.
 — malabaricum 70.
 — orientale 70.
 Eriophorum 9, 32.
 — angustifolium 33, 34, 60.
 — latifolium 34, 60.
 Esparto 7, 54, 65.
 Espartofaser 17, 19.
 Espartopapier 77.
 Espartostroh 8, 73, 76.
 Essigsäure 6, 12.
 Extract 107.

F.

Fagara 138.
 Faidherbia Baubini 138.
 Faserelemente 9, 17, 18, 19.
 Fasern, Dimensionen 17, 18, 19.

Fasern, monocotyle 11, 49.
 Faserschichte 88.
 Faserspalten 89.
 Fasertracheiden 9.
 Feh 135, 136.
 Felis domestica 93, 133.
 Fettschweiss 91.
 Fiber 7.
 Fiber zibethicus 93, 131.
 Fibrillen 143.
 Fibroidin 137.
 Fibroin 137.
 Fichtenholz 10, 80.
 Fichte 8.
 Fischotter 135.
 Fischbeinhaare 128.
 Flachs 7.
 Flachsepidermis 40.
 Flachsfaser 12, 20, 71.
 Flachs, neuseeländischer 14, 15, 17, 49, 66, 69.
 Flanel, 108.
 Flaumhaare 87, 88.
 Flechtrohstoffe 107.
 Florettselde 139, 141.
 Florida-Baumwolle 25.
 Föhre 8.
 Föhrenholz 80.
 Fuchs 134.
 Fuchswollhaare 136.
 Fuchsinlösung 6, 93.
 Füllmasse 84.

G.

Galium Aparine 110.
 Gambohanf 44, 66, 71.
 Gefässe 11.
 Gefässbündel 8.
 — monocotyle 8.
 Geissbarthaare 116.
 Geisshaare 117.
 Gelatine-Massstab 4.
 Gerberwolle 103.
 Gespinnste 105.
 Getreidestroh 73.
 Gewebe 105.
 Giessener Format 5.
 Ginsterfaser 47.
 Glycerin 6.
 Glycerinschwefelsäure 5.
 Gomuto 56.
 Gossypium sp. 64, 69.
 — acuminatum 24, 25.
 — arboreum 24, 25, 26, 27.
 — barbardense 24, 25, 27.
 — conglomeratum 24, 25, 26.
 — flavidum 24, 26, 27.
 — herbaceum 24, 25, 27.
 — hirsutum 26.
 — religiosum 24, 26, 27.
 — vitifolium 25.
 Götterbaum 138.
 Grannenhaare 87, 88.
 Grénille 8.
 Grobpapierfabrikation 83.
 Guayana-Baumwolle 25.
 Guyana-Baumwolle 25.
 Gyps 84.

H.

Haarbildungen 9, 24.
 Haare 8.
 Haartasche 87.
 Haarwurzel 87.
 Haarzwiebel 87, 88.
 Haferstroh 74, 76.
 Hals (der Haare) 88.
 Hampshiredown 94.
 Hanf 7, 9, 10, 11, 13, 14, 15, 20.
 Hanfepidermis 40.

Hanfasser 36, 37, 64, 71.
 — gebleicht 13.
 Hanfsell 16.
 Hartnack's Prisma 5.
 Hasenhaar 93, 127.
 Hassal 1.
 Hayti-Baumwolle 25.
 Heu 83.
 Hibiscus sp. 59.
 Hibiscus cannabinus 138, 141.
 Hoftüpfel 10.
 Hollunderspinner 66, 71.
 Holoptelea integrifolia 18, 19.
 Holz 73.
 Holzcellulose 7, 8, 11, 13, 82.
 Holzblau 83.
 Hölzer, weiche 7.
 Holzfasern 9, 10.
 Holzstoff, chemischer 11.
 — technischer 7, 8, 11, 13, 79.
 Holzstoffreaktionen 12.
 Holztheil 8.
 Holzwolle 7.
 Hopfenfaser 7, 18, 45, 73, 82.
 Hopfenstengeln 57.
 Hornhaut 87.
 Hornschichte 88.
 Hornschuppen 88.
 Hornzellen 87.
 Hoya viridiflora 61, 70.
 Huanaco 122.
 Huanacowolle 125.
 Humulus Lupulus 18.
 Hund 134.
 Hundewollhaar 134.

I.

Imperialrasse 96.
 Indigoblau 84.
 Indol 6, 12.

J.

Jod 21.
 Jodinctur 5.
 Jodwasser 5.
 Jumel, Baumwolle 25.
 Jute 7, 9, 10, 17, 20, 43, 65, 70, 73, 78.
 — falsche 5, 6, 71.
 — gebleichte 13.

K.

Kaliblau 83.
 Kalilauge 12.
 Kalbshaar 93, 120.
 Kalkoxalat 11, 12.
 Kalk, schwefelsaurer, 84.
 Kameelhaare 93.
 Kameelziegenhaare 121, 122.
 Kaninchenhaare 130.
 Kaolinerde 84.
 Kapok 7, 28, 61.
 Kartoffelstärke 84.
 Katzenhaar 93, 133.
 Kettenfäden 105.
 Kieselsäure 11, 12.
 Kieselskelett 12.
 Kitool 7, 8, 57.
 Klencke 1.
 Klotten 110.
 Knoten 10.
 Kolinsky 134, 136.
 Korkstoff 11.
 Kosmosfaser 57.
 Kreuzungstellen 147, 152.
 Krystallschläuche 11.
 Kupferoxydammoniak 6, 23.
 Kuhhaar 14, 93, 120, 121.
 Kunswolle 57, 107.
 Kydia calycina 18, 49.

L.
 Lagetta linearia 19, 48, 73, 79.
 Laine artificielle 57.
 Lamahaare 122, 125.
 Landrassen 94.
 Landwolle, böhmische 102.
 — gemeine ungarische 97.
 Landwollen, gewöhnliche 97.
 Längsleisten 9.
 Längsstreifung 90.
 Lasiosyphon speciosus 18, 49.
 Laubhölzer 80, 81.
 Lederhaut 87.
 Leicesterwolle 95, 96.
 Leimung des Papiers 84.
 Lein 7, 9, 11, 12, 13, 14, 63.
 Leinenfaser 34, 63, 71, 73.
 Lenzin 84.
 Leopoldina Piassabe 56.
 Lepus Cuniculus 93.
 — timidus 93.
 Libriform 10.
 Limabaumwolle 25.
 Lindenbast 48.
 Lindenholz 7, 8, 10, 80.
 Linum usitatissimum 63, 71.
 Literatur der Pflanzenfasern 87.
 — der Thierhaare 158.
 Long coarse 97.
 Long drawing 97.
 Louisiana-Baumwolle 25.
 Luftkanäle (in der Seide) 143.
 Lupe 5.
 Lygaeum Spartum 19, 54, 65.

M.

Macedonische Baumwolle 25.
 Maco-Baumwolle 25.
 Macrozamia 59.
 Madras Baumwolle 25.
 Maisstroschenstroh 73, 74, 75.
 Majagua 59.
 Maloo Aptä 48.
 Manilahanf 7, 8, 10, 11, 15, 50,
 66, 68, 70.
 Maragnanbaumwolle 25.
 Mark der Haare.
 Markcylinder 88.
 Markinseln 90.
 Markstrang 88.
 Markzellen 90.
 Marsdenia sp. 30, 61, 70.
 Matamoros 51, 67, 68.
 Maulwurf 135, 136.
 Maulwurfswollhaar 134.
 Mauritia flexuosa 19.
 Mauritushanf 51.
 Maceration 22.
 Medicago 110.
 Medicagokletten 110.
 Melilotus alba, Faser 18.
 Membranen, verholzte 12.
 — verkorkte 12.
 Membranoid 83.
 Menschenhaar 14, 129.
 Merino 108.
 Merinowollen 94.
 Messen, mikroskopisches 3.
 — der Thierhaare 91.
 Methodisches 20.
 Mexiko-Baumwolle 25.
 Mikrochemie 11.
 Mikrometer
 Mikrometerocular 3.
 Mikromillimeter 5.
 Mikron 5.
 Mikrophysik 18.
 Mikroskopirnadeln 5.
 Millon'sches Reagens 6, 85, 93.

Mittellamelle 10.
 Mobile Baumwolle 25.
 Mohair 116, 118.
 Molinos-Baumwolle 25.
 Monkeygras 56.
 Moose 83.
 Morphologie 8.
 Morus papyrifera 46.
 Motril-Baumwolle 25.
 Mungo 107.
 Musa paradisiaca 19.
 — sapientum 19.
 — textilis 15, 66, 68.
 Muschelseide 157, 158.
 Mustela sibirica 136.

N.

Nachtpfauenauge 138, 141.
 Nadelhölzer 10, 80, 81.
 Nanking-Baumwolle 25.
 Nathusius 92.
 Naturfarbstoff der Thierhaare
 104.
 Negerkorn 57.
 Negrettischafwolle 94.
 Nepal paper plant 48.
 Nessel 57.
 Nesselfaser 7, 10, 18, 40.
 Netzleisten 9.
 Neumann 7.
 Neuseeländer Flachs 7, 8, 10.
 Neutuch-Mungo 108.
 Newlecesterrasse 94, 96.
 Neworleans Baumwolle 25.
 Nichol's Prisma 5.
 Nitroprussidnatrium 6, 93.

O.

Objectiv 3, 4.
 Objectträger 5.
 Ochroma Lagopus 11, 28, 29,
 30, 62, 70.
 Ocular 3.
 Ocular-Mikrometer 3.
 Olivenöl 6, 91.
 Organzinside 141.
 Ouatte 61.
 Ovis Aries 93.

P.

Palmenfasern 56.
 Palmettopalmenfaser 56.
 Pandannusfaser 55.
 Pandanus odoratissimus 18, 55.
 Papierfarbstoff 83.
 Papierfasern 7, 73.
 Papiermanbeerbaum 78.
 — Faser 7, 73.
 — Bast 7, 46.
 Papier mit Zellstructur 8, 85.
 Papieruntersuchung 72.
 Pappelwolle 7, 9, 32, 33, 60.
 Papyrine 83.
 Papyrus 85.
 Papyrusstaude 85.
 Paragras 56.
 Parenchymzellen 11.
 Pariserblau 33.
 Paschmina 93, 119.
 Patte de Hèvre 28, 30, 70.
 Payta Baumwolle 25.
 Pearlhardning 84.
 Pechlahner 34.
 Penghaver Djambi 59.
 Pergamentpapier 83.
 Pergament, vegetabilisches 83.
 Pensacola-Baumwolle 25.
 Pernambuco-Baumwolle 25.
 Persische » 25.
 Peru- » 25.
 Pferdehaare 93.

Pflanzenenden 7, 9, 28, 69.
 Pflanzenhaare, einzellige 7,
 mehrzellige 7.
 Pflanzenseiden 7, 9, 30, 69.
 Pflanzentalg 12.
 Pflanzenwachs 12.
 Pfriemenfaser 18.
 Phenol 6, 12.
 Philorogluin 6, 12.
 Phoenix dactylifera 19, 56.
 Phormium tenax 49, 66, 69.
 Physiographie der Fasern 20.
 Phytopergament 83.
 Piafaser 7.
 Piassabe 7, 8, 11, 17, 56.
 Pikrinsäure 6, 93.
 Pincette 5.
 Pine apple fiber 53.
 Pipturus argenteus 41, 42, 63.
 Pita 51, 67, 68.
 Pitafaser 11.
 Pitahanf 7.
 Pitfaser 7.
 Plantain fibre 50.
 Plis de flexion 10.
 Polarisations-Apparat 5.
 — Erscheinungen 13.
 — Mikroskop 13.
 Polarisor 5.
 Polstermateriale 7.
 Populus nigra 33.
 Poren 9.
 Porencanäle, einfache 10.
 Portorio-Baumwolle 25.
 Protoplasma 9.
 — trockenes 11.
 Potaschelösung 23.
 Proteinkörper 9.
 Prunus 138.
 Pulu 59.
 Pulufasern 7, 9, 30.

Q.

Quellen 14.
 Quellung 91.
 Quellungserscheinungen 13.
 Querbruchstellen 10.
 Quercus 138.
 Querschnittzeugung 23.

R.

Raibhendä 45.
 Rambouillet-Race 95.
 Ramèta 49.
 Ramié 41, 63, 71.
 Ramielh 10, 41, 71.
 Raphia-Stroh 56.
 Raphia taedigera 56.
 Rastrmesser 5.
 Raubhend 48.
 Raubhaare 120.
 Raufwolle 103.
 Reagentien 5, 6.
 Rehhaare 126.
 Reisbesen 7, 57.
 Reispapier, chinesisches 85.
 Reissner 92.
 Reistärke 84.
 Reistroh 73, 74, 76.
 Reiswurz 7, 57.
 Reiswurzelfaser 8.
 Ricinus 138.
 Rindenschichte 88.
 Roabastfaser 41, 42.
 Roafaser 63.
 Rohbastfaser 11.
 Rohrkolben 9, 33.
 — Wolle 32, 33, 60.
 Rohr, spanisches 7.
 Rohrseidenfaden 137.

Rosshaar 128.
— vegetabilisches 7.

S.

Saccharum officinale 60.
Salix alba 19.
— Caprea 19.
Salpetersäure 6, 12, 19, 22.
Salzsäure 5, 12.
Sanseveriafaser 7, 8, 12, 19, 52, 67.
Sanseveria zeylanica 19, 52, 67, 69.
Sarcophagus vulgaris 47, 57.
Saturnia Cecropia 138, 157.
— Pernyi 138.
— Polyphemus 138.
— spini 141.
Scalpell 5.
Schacht 1.
Schaf, deutsches 94.
Schafwolle 93, 94.
Schafwolle, mikroskopische Charakteristik 103.
Schafwolle, wallachische 98.
Schalenbildung 10.
Schere 5.
Schichtenbildung 10.
Schilf 83.
Schleimzellen 87.
Schneckenklee 110.
Schulze's Gemisch 12, 22.
Schwefelsäure 5, 21.
Schwefelsaures Kupferoxyd 6.
Schweinsborsten 93, 126.
Schwerspath 84.
Sea Island-Baumwolle 25.
Seegrass, echtes 7, 8, 57.
— unechtes 8, 57.
Seide 137.
— gemeine 138.
— halbgekohte 137.
Seiden 3.
Seidendrüsen 137.
Seidenleim 137.
Seidenschnur 16.
Seidenshoddy 156.
Seide, wilde 138.
Seilmaterialien 7.
Seile, Verkürzung in Wasser 13, 15, 16.
Senegalseide 138.
Sericin 137.
Shawlwohle 93.
Shelti 48.
Shoddy 107.
Shoddywollfäden, Enden 113.
— Färbung 113.
Siam 57.
Siamhemp 7, 50.
Sida retusa 17.
Siebröhren 11.
Silkgras 17, 53.

Sisal 51, 67, 68.
Sisalhanf 8, 10, 11.
Sklerenchymfaserbündel monocotyle 8, 10.
Sklerenchymfasern 8, 10.
Smalte 84.
Smyrna-Baumwolle 25.
Sodalösung 23.
Sorghum Durrah 57.
Southdown 94.
Sparterierohstoffe 7.
Spartium junceum 18.
Sponia Wightii 18, 49.
Stacheln 87, 88.
Stegmata 11, 12.
Steinelemente 11.
Steinkleefasern 18.
Steinzellen 11.
Sterblingswolle 103.
Sterculia villosa 17, 49.
Stichelhaare 88, 97.
Stipa tenacissima 19, 54, 65.
Stopfmaterialeien 7.
Stroh 83.
Strohfasern 7.
Strohstoff 8, 11.
Strophanthus sp. 30, 62, 69.
Sunnfaser 42, 64, 72, 73.
Surinambaumwolle 25.
Sus domestica 93.
— Scrofa 93.

T.

Tabellen, analytische 58.
Tacca 7.
Talipotfaser 56.
Tampicohanf 51.
Tanne 8.
Tannenholz 10, 79.
Tennesseebaumwolle 25.
Textilfasern 7.
Thespesia Lampas 11, 17, 48.
Thibet 108.
Thibetwolle 116, 119.
Tilia europaea 18.
— platyphylla 18.
Tillandsia 8.
Tillandsiafaser 11, 17, 55.
Tillandsia usneoides 55.
Tracheiden 11.
Tricotagen 108.
Tubus 4.
Tuchscheererabfälle 116.
Tupkhadia 44.
Tussahseide 14, 138.
Tussorseide 138.
Typha 9.
— angustifolia 32, 33.
Typhafaser 7.
Typha latifolia 32.

U.

Udali 49.
Uhnenbast 7.

Ultramarin 83.
Uplandbaumwolle 25.
Urena 44.
Urena sinuata 11, 14, 17, 66, 71.
Urtica dioica 14, 57.
Urtica nivea 71.

V.

Varduasbaumwolle 25.
Verholzung 22.
Verschiebungen 10.
Vétillard 1, 35, 36.
Vicogne 122.
Vicognegarn 57, 123.
Vicognewolle 125.
Vicugna 122.
Vicunna 122.
Vincent 23.

W.

Warang 49.
Wasser, destillirtes 6.
Wattseide 141.
Wawla 49.
Weichwollshoddy 108.
Weide 8.
Weidenbast 7.
Weidenholz 80.
Weizenstärke 84.
Weizenstroh 74, 76.
Whale bone hairs 128.
White rope 50.
Wiesner 1.
Wildseide 156.
Wollbaum 28.
Wollgras 9, 32.
Wollgrasfaser 7, 12.
Wollgraswolle 60.
Wollhaare 87, 88.
Wollin 7.

X.

Xanthium 110.

Y.

Yamamayseide 138.
Yuccafaser 54, 67, 68.
Yucca gloriosa 54, 67, 68.
Yucca sp., Fasergrösse 19.

Z.

Zackelwolle, ungarische 100.
Ziegenflaum 119.
Ziegenhaar 93, 116.
Zigarrawolle 102.
Zigayawolle 102.
Zobel 135.
Zobelwollhaar 134.
Zostera marina 9, 57.
Zotte 59.
Zuckerlösung 6, 93.
Zuckerrohrwolle 60.
Zwirn 105.
Zwirnfäden 105.

A. Hartleben's
ELEKTRO-TECHNISCHE BIBLIOTHEK.

In Bänden à 15–20 Bogen, mit je 50–200 Abbildungen.

Preis jedes Bandes geheftet 1 fl. 65 kr. = 3 Mark = 4 Francs = 1 R. 80 Kop.,
eleg. geb. pro Band 2 fl. 20 kr. = 4 Mark = 5 Fr. 35 Cts. = 2 R. 40 Kop.

Jeder Band ist für sich abgeschlossen und einzeln zu haben

Die ausserordentlich grosse Anzahl von wichtigen Erfindungen der Neuzeit, denen die Anwendung der Elektrizität zu Grunde liegt, und die überraschenden Erfolge, welche in der Telegraphie, der Telephonie, der elektrischen Beleuchtung, der Galvanoplastik, der elektrischen Kraftübertragung, der Elektrolyse etc. während der letzten Jahre erzielt worden sind, zeigen, dass das Studium der Elektrizität in eine ganz neue Phase eingetreten ist und gegenwärtig einen vollständig veränderten Gesichtspunkt gewonnen hat.

Während früher die Elektrizitätslehre fast ausschliesslich den Physiker beschäftigte, ist heutzutage diese Wissenschaft in die Hände des Ingenieurs übergegangen, und die auf theoretischem und experimentellem Gebiete von den grossen Forschern unseres Jahrhunderts errungenen Resultate haben die Basis gelegt für einen neuen Zweig der angewendeten Physik, welcher an Bedeutung fast alle übrigen Zweige zu übertreffen scheint, nämlich die Elektro-Technik.

Noch vor wenigen Jahren glaubte das Publicum kaum an das Vorhandensein einer elektro-technischen Wissenschaft; die internationalen elektrischen Ausstellungen der letzten Jahre haben jedoch der Welt in glänzender Weise bewiesen, dass eine Elektro-Technik nicht nur vorhanden ist, sondern dass dieselbe auch bereits auf einer solchen Stufe der Entwicklung steht, dass Niemand mehr über die vielversprechende Zukunft derselben in Zweifel sein kann; mit jedem Tage wächst die Zahl der Erfindungen, die der Elektrizität immer weitere Kreise des menschlichen Lebens erschliessen, und wir stehen vor einer Aera, in der die Elektrizität die Führerrolle im gewerblichen und technischen Leben zu spielen berufen ist.

Die vorliegende Sammlung wird unter dem Gesamttitel »Elektro-technische Bibliothek« das ganze Gebiet der angewendeten Elektrizitätslehre in selbständigen Bänden umfassen, von denen jeder etwa 15 bis 20 Bogen stark ist und sind in dem Texte entsprechend zahlreiche Abbildungen enthalten.

Jeder Band bildet ein in sich abgeschlossenes Ganzes, jedoch wird der geistige Zusammenhang der einzelnen Bände, die hervorragende Fachmänner zu Verfassern haben, aufrecht erhalten werden, so dass dieselben in ihrer Vereinigung als eine Encyclopädie der angewendeten Elektrizitätslehre benützt werden können.

A. Hartleben's Verlag in Wien, Pest und Leipzig.

A. Hartleben's Elektro-technische Bibliothek.

Bisher über 2000 Illustrationen. In Bänden, geheftet à 1 fl. 65 kr. = 3 Mark = 4 Francs =
1 R. 80 Kop.; eleg. geb. à 2 fl. 20 kr. = 4 Mark = 5 Fr. 35 Cts. = 2 R. 40 Kop.

Jeder Band ist für sich vollkommen abgeschlossen und einzeln käuflich.

Inhalt der Sammlung:

I. Band. Die magnetelektrischen und dynamoelektrischen Maschinen und die sogenannten Secundär-Batterien, mit besonderer Rücksicht auf ihre Construction. Von Gustav Glaser-De Cew. 4. Auflage. — II. Band. Die elektrische Kraftübertragung und ihre Anwendung in der Praxis, mit besonderer Rücksicht auf die Fortleitung und Vertheilung des elektrischen Stromes. Von Eduard Japing. 2. Auflage. — III. Band. Das elektrische Licht. Von Dr. A. v. Urbapitzky. 2. Auflage. — IV. Band. Die galvanischen Batterien, Accumulatoren und Thermosäulen. Eine Beschreibung der hydro- und thermo-elektrischen Stromquellen mit besonderer Rücksicht auf die Bedürfnisse der Praxis. Von W. Ph. Hauck. 2. Auflage. — V. Band. Die Verkehrs-Telegraphie, mit besonderer Rücksicht auf die Bedürfnisse der Praxis. Von J. Sack. — VI. Band. Telephon, Mikrophon und Radiophon, mit besonderer Rücksicht auf ihre Anwendungen in der Praxis. Von Theodor Schwartz. 2. Auflage. — VII. Band. Die Elektrolyse, Galvanoplastik und Reinmetallgewinnung, mit besonderer Rücksicht auf ihre Anwendung in der Praxis. Von Eduard Japing. 2. Auflage. — VIII. Band. Die elektrischen Mess- und Präcisions-Instrumente. Ein Leitfaden der elektrischen Messkunde. Von A. Wilke. 2. Auflage. — IX. Band. Die Grundlehren der Electricität, mit besonderer Rücksicht auf ihre Anwendungen in der Praxis. Von W. Ph. Hauck. 2. Auflage. — X. Band. Elektrisches Formelbuch mit einem Anhang, enthaltend die elektrische Terminologie in deutscher, französischer und englischer Sprache. Von Prof. Dr. P. Zech. — XI. Band. Die elektrischen Beleuchtungs-Anlagen, mit besonderer Berücksichtigung ihrer praktischen Ausführung. Von Dr. A. von Urbanitzky. 2. Auflage. — XII. Band. Die elektrischen Einrichtungen der Eisenbahnen und das Signalwesen. Von L. Kohlfürst. — XIII. Band. Die elektrischen Uhren und die Feuerwehr-Telegraphie. Von Dr. A. Tobler. — XIV. Band. Die Haus- und Hôtel-Telegraphie. Von O. Canter. — XV. Band. Die Anwendung der Electricität für militärische Zwecke. Von Dr. Fr. Waechter. — XVI. Band. Die elektrischen Leitungen und ihre Anlage für alle Zwecke der Praxis. Von J. Zacharias. — XVII. Band. Die elektrische Eisenbahn bezüglich ihres Baues und Betriebes. Von Josef Krämer. — XVIII. Band. Die Elektro-Technik in der praktischen Heilkunde. Von Prof. Dr. Rud. Lewandowski. — XIX. Band. Die Spannungs-Electricität, ihre Gesetze, Wirkungen und technischen Anwendungen. Von Prof. K. W. Zenger. — XX. Band. Die Weltliteratur der Electricität und des Magnetismus, 1860—1883. Von Gustav May. — XXI. Band. Die Motoren der elektrischen Maschinen mit Bezug auf Theorie, Construction und Betrieb. Von Theodor Schwartz. — XXII. Band. Die Generatoren hochgespannter Electricität. Von Prof. Dr. J. G. Wallentin. — XXIII. Band. Das Potential und seine Anwendung zur Erklärung elektrischer Erscheinungen. Von Dr. O. Tumlirz. — XXIV. Band. Die Unterhaltung und Reparatur der elektrischen Leitungen. Von J. Zacharias. — XXV. Band. Die Mehrfach-Telegraphie auf Einem Drahte. Von A. E. Granfeld. — XXVI. Band. Die Kabeltelegraphie. Von Max Jüllig. — XXVII. Band. Das Glühlicht, sein Wesen und seine Erfordernisse. Von Etienne de Fodor. — XXVIII. Band. Geschichte der Electricität. Von Dr. Gustav Albrecht. — XXIX. Band. Blitz und Blitz-Schutzvorrichtungen. Von Dr. A. v. Urbanitzky. — XXX. Band. Die Galvanostegie mit besonderer Berücksichtigung der fabrikmässigen Herstellung von Metallüberzügen. Von Josef Schaschl. — XXXI. Band. Die Technik des Fernsprechwesens. Von Dr. V. Wietlisbach. — XXXII. Band. Die elektro-technische Photometrie. Von Dr. Hugo Krüss. — XXXIII. Band. Die Laboratorien der Elektro-Technik. Von August Neumayer. — XXXIV. Band. Electricität und Magnetismus im Alterthume. Von Dr. A. v. Urbanitzky. — Magnetismus und Hypnotismus. Von G. Gessmann. — u. s. w. u. s. w.

Die Sammlung ist bis Band XXVIII auch in Lieferungen à 30 Kr. = 60 Pf. = 80 Cts. = 36 Kop. nach und nach zu beziehen.

Einbanddecken pro Band 40 Kr. = 75 Pf. = 1 Fr. = 45 Kop.

A. Hartleben's Verlag in Wien, Pest und Leipzig.

Durch alle Buchhandlungen des In- und Auslandes zu beziehen:

A. Hartleben's Chemisch-technische Bibliothek.

Mit vielen Illustrationen. Jeder Band einzeln zu haben.

Die hier angegebenen Preise verstehen sich für geheftete Exemplare. Gebunden pro Band
45 Kr. = 80 Pf. Zuschlag für den Einband.

		fl.	M.
1. Band.	Maier, Die Ausbrüche, Secte und Südweine. 2. Aufl.	1.20	2.25
2. Band.	Eidherr-Schönberg, Spiritus- und Presshefe-Fabrikation. 3. Aufl.	1.65	3. —
3. Band.	Gaber, Die Liqueur-Fabrikation. 4. Aufl.	2.50	4.50
4. Band.	Askinson, Die Parfumerie-Fabrikation. 2. Aufl.	2.50	4.50
5. Band.	Wiltner, Die Seifen-Fabrikation. 3. Aufl.	1.65	3. —
6. Band.	Rüdinger, Die Bierbrauerei	3.30	6. —
7. Band.	Freitag, Die Zündwaren-Fabrikation	1.35	2.50
8. Band.	Perl, Die Beleuchtungsstoffe	1.10	2. —
9. Band.	Andres, Die Fabrikation d. Lacke, Firnisse u. d. Siegellackes. 3. Aufl.	1.65	3. —
10. Band.	Bersch, Die Essig-Fabrikation. 3. Aufl.	1.65	3. —
11. Band.	Eschenbacher, Die Feuerwerkerei 2. Aufl.	2.20	4. —
12. Band.	Raufer, Die Meerscham- und Bernsteinwaren-Fabrikation	1.10	2. —
13. Band.	Askinson, Die Fabrikation der ätherischen Oele	1.65	3. —
14. Band.	Krüger, Die Photographie	4. —	7.20
15. Band.	Dawidowsky, Die Leim- und Gelatine-Fabrikation. 2. Aufl.	1.65	3. —
16. Band.	Rehwald, Die Stärke-Fabrikation. 2. Aufl.	1.65	3. —
17. Band.	Lehner, Die Tinten-Fabrikation. 3. Aufl.	1.65	3. —
18. Band.	Brunner, Die Fabrikation der Schmiermittel. 3. Aufl.	1.20	2.25
19. Band.	Wiener, Die Lohgerberei	4. —	7.20
20. Band.	Wiener, Die Weissgerberei	2.75	5. —
21. Band.	Joclét, Die chemische Bearbeitung der Schafwolle	2.75	5. —
22. Band.	Husnik, Das Gesamtgebiet des Lichtdrucks. 3. Aufl.	2.20	4. —
23. Band.	Hausner, Die Fabrikation der Conserven und Canditen	2.50	4.50
24. Band.	Lehmann, Die Fabrikation des Surrogat-Kaffees u. des Tafelsenfes	1.10	2. —
25. Band.	Lehner, Die Kette und Klebemittel. 3. Aufl.	1. —	1.80
26. Band.	Friedberg, Die Fabrikation der Knochenkohle und des Thieröles	1.65	3. —
27. Band.	Piaz, Die Verwerthung der Weinrückstände. 2. Aufl.	1.35	2.50
28. Band.	Pick, Die Alkalien	2.50	4.50
29. Band.	Müller, Die Bronzwaren-Fabrikation	1.65	3. —
30. Band.	Joclét, Handbuch der Bleichkunst	2.75	5. —
31. Band.	Lang, Die Fabrikation von Kunst- und Spargutter. 2. Aufl.	1. —	1.80
32. Band.	Zwick, Die Ziegel-Fabrikation	4.60	8.30
33. Band.	Bersch, Die Fabrikation der Mineral- und Lackfarben	4.20	7.60
34. Band.	Pick, Die künstlichen Düngemittel. 2. Aufl.	1.80	3.25
35. Band.	Krüger, Die Zinkgravure. 2. Aufl.	1.65	3. —
36. Band.	Capaun-Karlowa, Medicinische Specialitäten. 2. Aufl.	1.80	3.25
37. Band.	Romen, Die Colorie der Baumwolle	2.20	4. —
38. Band.	Weiss, Die Galvanoplastik. 2. Aufl.	1.80	3.25
39. Band.	Piaz, Die Weinbereitung und die Kellerwirthschaft. 2. Aufl.	2.20	4. —
40. Band.	Thenius, Die technische Verarbeitung des Steinkohlentheers	1.35	2.50
41. Band.	Bersch, Die Fabrikation der Erdfarben	1.65	3. —
42. Band.	Heckenast, Die Desinfectionsmittel	1.10	2. —
43. Band.	Husnik, Die Heliographie	2.50	4.50
44. Band.	Bersch, Die Fabrikation der Anilinfarbstoffe	3.60	6.50
45. Band.	Capaun-Karlowa, Chemisch-technische Specialitäten. 2. Aufl.	1.35	2.50
46. Band.	Joclét, Die Woll- und Seidendruckerei	3.60	6.50
47. Band.	R. v. Regner, Die Fabrikation des Rübenzuckers	1.65	3. —
48. Band.	Wouwermans, Farbenlehre	1.20	2.25
49. Band.	Uhlenhuth, Anleitung zum Formen und Giessen. 2. Aufl.	1.10	2. —
50. Band.	A. v. Regner, Die Bereitung der Schaumweine	2.75	5. —
51. Band.	Zwick, Kalk- und Luftmörtel	1.65	3. —
52. Band.	Krupp, Die Legirungen	2.75	5. —
53. Band.	Capaun-Karlowa, Unsere Lebensmittel	1.10	2. —
54. Band.	Krüger, Die Photokeramik	1.35	2.50
55. Band.	Thenius, Die Harze	1.80	3.25
56. Band.	Pick, Die Mineralsäuren	2.75	5. —
57. Band.	Ritter, Wasser und Eis	2.20	4. —
58. Band.	Zwick, Hydraulischer Kalk und Portland-Cement	2.50	4.50
59. Band.	Miller, Die Glasätzerei. 2. Aufl.	1. —	1.80
60. Band.	Böckmann, Die explosiven Stoffe	2.75	5. —
61. Band.	Koller, Die Verwerthung der Abfallstoffe	2.20	4. —
62. Band.	Hoffer, Kautschuk und Guttapercha	1.80	3.25
63. Band.	Joclét, Die Kunst- und Feinwäscherei. 2. Aufl.	1. —	1.80
64. Band.	Artus, Grundzüge der Chemie	3.30	6. —
65. Band.	Randa u, Die Fabrikation der Emaille	1.65	3. —
66. Band.	Gerner, Die Glasfabrikation	2.50	4.50
67. Band.	Thenius, Das Holz und seine Destillationsproducte	2.50	4.50
68. Band.	Boeck, Die Marmorikunst	1. —	1.80
69. Band.	Esslinger, Die Fabrikation des Wachstuches	1.35	2.50
70. Band.	Böckmann, Das Celluloid	1. —	1.80
71. Band.	Fürstenau, Das Ultramarin	1. —	1.80
72. Band.	Burgmann, Petroleum und Erdwachs	1.80	3.25
73. Band.	Schlosser, Das Löthen und die Bearbeitung der Metalle	1.65	3. —

A. Hartleben's
BIBLIOTHEK DES EISENBAHNWESENS.

Band I.

Geschichte des Eisenbahnwesens

von **Dr. Theodor Haberer.**

10 Bogen. Octav. Eleg. gebdn. 1 fl. 10 kr. = 2 M. = 2 Fr. 70 Cts. = 1 R. 20 Kop.

Band II.

Das Tarifwesen der Eisenbahnen,

dessen betriebsökonomische Aufgaben und Stellung im wirthschaftlichen und socialen Staatsleben der Gegenwart

von **J. F. Schreiber**

Eisenbahn-Centralinspector.

17 Bogen. Octav. Eleg. gebdn. 2 fl. 20 kr. = 4 M. = 5 Fr. 35 Cts. = 2 R. 40 Kop.

Band III.

Handbuch des Telegraphendienstes der Eisenbahnen

von **A. Prasch**, Ingenieur.

Mit 117 Abbildungen.

11 Bogen. Octav. Eleg. gebdn. 1 fl. 65 kr. = 3 M. = 4 Fr. = 1 R. 80 Kop.

Band IV.

Repetitorium der Mathematik und Electricitätslehre.

Für die Bedürfnisse der Eisenbahn-Praxis elementar behandelt von

J. Krämer

Ingenieur, Docent für Elektrotechnik am höheren Curse der Fortbildungsschule für Eisenbahn-Beamte.

Mit 127 Abbildungen.

12 Bogen. Octav. Eleg. gebdn. 1 fl. 65 kr. = 3 M. = 4 Fr. = 1 R. 80 Kop.

Band V.

Der Transportdienst der Eisenbahnen

von **Sigismund Weill**

Bureauchef der Oesterreichischen Nordwestbahn.

19 Bogen. Octav. Eleg. gebdn. 2 fl. 20 kr. = 4 M. = 5 Fr. 35 Cts. = 2 R. 40 Kop.

Band VI.

Das österreichische Eisenbahnrecht.

Systematisch dargestellt von **Dr. Theodor Haberer.**

38 Bogen. Octav. Eleg. gebdn. 4 fl. 40 kr. = 8 M. = 10 Fr. 70 Cts. = 4 R. 80 Kop.

Band VII.

**Der Einnahmen-Verrechnungs- und Revisionsdienst
der Eisenbahnen**

von **M. A. Reitler**

Betriebsdirector-Stellvertreter der k. k. priv. Oesterreichischen Nordwestbahn und der Süd-norddeutschen Verbindungsbahn.

19 Bogen. Octav. Eleg. gebdn. 2 fl. 20 kr. = 4 M. = 5 Fr. 35 Cts. = 2 R. 40 Kop.

Band VIII.

Der Schienenweg der Eisenbahnen

von **Ferdinand Loewe**

Professor der Ingenieur-Wissenschaften an der k. bayer. Technischen Hochschule zu München.

Mit 142 Abbildungen.

25 Bogen. Octav. Eleg. gebdn. 3 fl. 30 kr. = 6 M. = 8 Fr. = 3 R. 60 Kop.

A. Hartleben's Verlag in Wien, Pest und Leipzig.

Die chemische Bearbeitung der Schafwolle oder das Ganze der Färberei von Wolle und wollenen Gespinnsten. Ein Hilfs- und Lehrbuch für Färber, Färberei-Techniker, Tuch- und Garn-Fabrikanten und Solche, die es werden wollen. Dem heutigen Standpunkte der Wissenschaft entsprechend und auf Grund eigener langjähriger Erfahrungen im In- und Auslande vorzugsweise praktisch dargestellt von **Victor Joclét**, prakt. Färber und technischer Chemiker. Mit 29 Abbild. 27 Bog. 8. Geh. 2 fl. 75 kr. = 5 Mark = 6 Fr. 70 Cts. = 3 R.

Die Colorie der Baumwolle auf Garn und Gewebe mit besonderer Berücksichtigung der Türkischroth-Färberei. Ein Lehr- und Handbuch für Interessenten dieser Branchen. Nach eigenen praktischen Erfahrungen zusammengestellt von **Carl Romen**, Director der Möllersdorfer Färberei, Bleicherei und Appretur. Mit 6 Abbild. 24 Bog. 8. Geh. 2 fl. 20 kr. = 4 Mark = 5 Fr. 35 Cts. = 2 R. 40 Kop.

Die Beizen, ihre Darstellung, Prüfung und Anwendung. Für den praktischen Färber und Zeugdrucker bearbeitet von **H. Wolff**, Lehrer der Chemie am Zürcherischen Technikum in Winterthur. 13 Bog. 8. Geh. 1 fl. 65 kr. = 3 Mark = 4 Fr. = 1 R. 80 Kop.

Die praktische Anwendung der Theerfarben in der Industrie. Praktische Anleitung zur rationellen Anwendung der Anilin-, Phenyl-, Naphthalin- und Anthracen-Farben in der Färberei, Druckerei, Buntpapier-, Tinten-, Zündwaren-Fabrikation etc. etc. Mit einem Anhang: Die chemische Technologie der Rohstoffe, welche durch die Theerfarben veredelt werden, und die zur Veredlung nothwendigen Materialien. Handbuch für Färber, Zeugdrucker, Fabrikanten chemischer Producte und zum Gebrauche für Fachschulen. Dargestellt auf Grundlage praktischer Erfahrungen und unter Benützung der bewährtesten Fachliteratur von **E. J. Hödl**, Chemiker. Mit 20 Abbild. 12 Bog. 8. Geh. 1 fl. 35 kr. = 2 M. 50 Pf. = 3 Fr. 35 Cts. = 1 R. 50 Kop.

Die Woll- und Seidendruckerei in ihrem ganzen Umfange. Ein praktisches Hand- und Lehrbuch für Druck-Fabrikanten, Färber und technische Chemiker. Enthaltend: Das Drucken der Wollen-, Halb wollen- und Halbseidenstoffe, der Wollengarne und seidenen Zeuge. Unter Berücksichtigung der neuesten Erfindungen und unter Zugrundelegung langjähriger praktischer Erfahrung bearbeitet von **Victor Joclét**, techn. Chemiker. Mit 54 Abbild. und 4 Tafeln. 37 Bog. 8. Geh. 3 fl. 80 kr. = 6 M. 50 Pf. = 8 Fr. 70 Cts. = 3 R. 90 Kop.

Vollständiges Handbuch der Bleichkunst oder theoretische und praktische Anleitung zum Bleichen der Baumwolle, des Flachses, des Hanfes, der Wolle und Seide, sowie der daraus gesponnenen Garne und gewebten oder gewirkten Stoffe und Zeuge. Nebst einem Anhang über zweckmässiges Bleichen der Hadern, des Papierses, der Wasch- und Badeschwämme, des Strohes und Wachses etc. Nach den neuesten Erfahrungen durchgängig praktisch bearbeitet von **Victor Joclét**. Mit 30 Abbild. und 2 Tafeln. 24 Bog. 8. Geh. 2 fl. 75 kr. = 5 Mark = 6 Fr. 70 Cts. = 3 R.

Die Kunst- und Feinwäscherei in ihrem ganzen Umfange. Enthaltend: Die chemische Wäsche, die Fleckenreinigungskunst, Kunstwäscherei, Hauswäscherei, die Strohhut-Bleicherei und Färberei, Handschuh-Wäscherei und Färberei etc. Von **Victor Joclét**, technischer Chemiker. 2. Aufl. Mit 18 Abbild. 12 Bog. 8. Geh. 1 fl. = 1 M. 80 Pf. = 2 Fr. 40 Cts. = 1 R. 8 Kop.

Die Appreturmittel und ihre Verwendung. Darstellung aller in der Appretur verwendeten Hilfsstoffe, ihrer speciellen Eigenschaften, der Zubereitung zu Appreturmassen und ihre Verwendung zum Appretiren von leinenen, baumwollenen, seidenen und wollenen Geweben; feuersichere und wasserdichte Appreturen nebst den hauptsächlichsten maschinellen Vorrichtungen. Ein Hand- und Hilfsbuch für Appreteure, Drucker, Färber, Bleicher, Wäschereien und Textil-Lehranstalten. Von **Friedrich Polleyn**. Mit 38 Abbild. 25 Bog. 8. Geh. 2 fl. 50 kr. = 4 M. 50 Pf. = 6 Fr. = 2 R. 70 Kop.

Die Fabrikation des Wachstuches, des amerikanischen Ledertuches, des Wachs-Taffets, der Maler- und Zeichen-Leinwand, sowie die Fabrikation des Theertuches, der Dachpappe und die Darstellung der unverbrennlichen und gegerbten Gewebe. Den Bedürfnissen der Praktiker entsprechend geschildert von **Rudolf Eszlinger**, Fabrikant. Mit 11 Abbild. 13 Bog. 8. Geh. 1 fl. 35 kr. = 2 M. 50 Pf. = 3 Fr. 35 Cts. = 1 R. 50 Kop.

Die Gerb- und Farbstoff-Extracte. Von **Dr. Stanislaus Mierzinski**. Mit 61 Abbild. 15 Bog. 8. Geh. 1 fl. 80 kr. = 3 M. 25 Pf. = 4 Fr. 35 Cts. = 1 R. 95 Kop.

Gebunden, jeder Band 45 kr. = 80 Pf. = 1 Fr. = 50 Kop. mehr.

A. Hartleben's Verlag in Wien, Pest und Leipzig.

3.J.87.

Die Mikroskopie der technisch v1887

Countway Library

AGX5529



3 2044 045 073 657

3.J.87.

Die Mikroskope der technisch v1887

Countway Library

AGX5529



3 2044 045 073 657